

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

angefertigt unter Anleitung von
Univ.-Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. U. Matis

Revisionsoperationen (Explantation) nach Hüftgelenksendoprothetik

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Nihan Tanyol
aus Kuşadası, Türkei

München 2011

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Braun
Referent:	Univ.-Prof. Dr. Matis
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. Gerhards

Tag der Promotion: 30. Juli 2011

Diese Arbeit ist meinen Eltern Zehra und Tarık Tanyol gewidmet, für deren Vertrauen, Optimismus und unendliche Geduld ich mich herzlich bedanken möchte.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abbildungsverzeichnis	VIII
Diagrammverzeichnis.....	IX
I. Einleitung	1
II. Literaturübersicht.....	2
1 Anatomie des Hüftgelenkes	2
1.1 Os femoris	2
1.2 Azetabulum	2
1.3 Hüftgelenkkapsel.....	3
1.4 Bänder und Muskulatur des Hüftgelenkes.....	3
2 Biomechanik des Hüftgelenks.....	4
2.1 Gangbild.....	5
2.2 Visuelle Bewegungsanalyse.....	6
2.3 Quantitative Bewegungsanalyse	6
2.3.1 Kinetische Analyse.....	7
2.3.2 Kinematische Analyse.....	8
2.4 Winkel des Hüftgelenks.....	9
3 Indikationen der Alloarthroplastik	11
3.1 Schmerzhafter Hüftgelenkdysplasie	11
3.2 Calve-Legg-Perthes Krankheit – Aseptische Femurkopfnekrose.....	12
3.3 Akute und chronische Femurluxationen (Luxatio ossis femoris)	12
3.4 Femurkopffrakturen	13
3.5 Kontraindikationen der Alloarthroplastik	13
4 Hüftgelenksendoprothesen in der Kleintiermedizin.....	14
4.1 Die zementierte Hüftgelenkprothese.....	15
4.1.1 Canine-Richards-II-Prothese.....	16
4.1.2 Hüftgelenkendoprothese für Hunde Modell Aesculap	17

4.1.3 Biomedrix Canine Modular Hüftprothesen-System	17
4.1.4 Biomécanique-Prothesen	18
4.1.5 Perot Prothese.....	19
4.1.6 Heiland Oldag-Totalendoprothese	19
4.2 Zementfreie Hüftendoprothesen	19
4.2.1 PCA-Prothese.....	20
4.2.2 KYON-Prothese	21
4.2.3 HELICA-Hüftendoprothese	22
4.3 Die Hybridprothese	22
5 Knochenzement.....	23
6 Komplikationen.....	24
6.1 Intraoperative Komplikationen	25
6.1.1 N. ischiadicus Neurapraxie	25
6.1.2 Fissuren/ Frakturen	26
6.1.3. Lungenembolie.....	27
6.2 Postoperative Komplikationen.....	29
6.2.1 Infektion	29
6.2.2 Frakturen	29
6.2.3 Luxation	29
6.3 Spätkomplikationen	31
6.3.1 Aseptische Prothesenlockerung.....	31
6.3.2 Septische Prothesenlockerung.....	36
6.3.3 Femurfrakturen	39
7 Revisions Operationen	41
8 Radiologische Beurteilung von Pfanne und Schaft.....	42
III Eigene Untersuchungen.....	51
1 Kasuistik.....	51
1.1 Rasseverteilung	54
1.2 Geschlechtsverteilung	55
1.3 Gewichtsverteilung.....	55
1.4 Altersverteilung	55
1.5 Indikationen für die vorangegangene Hüftendoprothesenoperation	56
1.6 Indikationen für die Explantation der Totalendoprothese	56

1.6.1 Explantation bei Patienten mit bilateraler Hüftgelenksendoprothese	57
1.7 Zeitintervall zwischen einer Implantation und einer Explantation in Abhängigkeit der Kasuistik	58
1.7.2 Überblick der Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese	60
1.7.3 Überblick der Patienten mit Luxation der Endoprothese	61
1.7.4 Überblick der Patienten mit Implantatbruch	62
2 Klinisches Vorgehen	63
2.1 Präoperative klinische Untersuchung:	63
2.2 Narkose und Infektionsprophylaxe	64
2.3 Operationsvorbereitungen.....	65
2.4 Operationstechnik.....	66
2.5 Intraoperative Komplikationen bei der Explantation.....	68
2.6 Nachbehandlung und postoperative Komplikationen	69
3 Klinische Ergebnisse	71
3.1 Zusammenfassung der präoperativen speziellen Befunde	71
3.1.1 Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothese	71
3.1.2 Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese.....	73
3.1.3 Patienten mit Luxation der Endoprothese	74
3.1.4 Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese.....	75
3.2 Zusammenfassung der postoperativen Befunde	75
3.2.1 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothese	75
3.2.2 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese	76
3.2.3 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit Luxation der Endoprothese	78
3.2.4 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese	79
3.3 Zusammenfassung der klinischen Befunde nach der Entlassung aus der Klinik.....	79
3.3.1 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese.....	80
3.3.2 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer septischen Lockerung der Endoprothese.....	84
3.3.3 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer Luxation der Endoprothese.....	88
3.3.4 Verlaufskontrolle der Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese.....	90
3.4 Zusammenfassung der Lebensqualität der Hunde aus der Sicht der Besitzer.....	91
3.4.1 Zustand der Hunde nach der Implantation	91
3.4.2 Zustand der Hunde nach Explantation:.....	92
3.4.3 Weiterer Verlauf des Gesundheitszustands der Hunde.....	93
4 Röntgenologische Untersuchungen.....	94

4.1 Präoperative Aufnahmen	94
4.1.1 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit aseptischer Lockerung.....	97
4.1.2 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit septischer Lockerung.....	102
4.1.3 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit Luxation	106
4.1.4 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit Implantatbruch.....	106
4.2 Aufnahmen der Nachuntersuchung	106
4.2.1 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese	107
4.2.2 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer septischen Lockerung der Endoprothese	109
4.2.3 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer Luxation der Endoprothese	110
4.2.4 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einem Implantatbruch der Endoprothese	110
5 Ganganalytische Untersuchungen	111
5.1 Goniometrie	111
5.2 Computerisierte Ganganalyse	113
5.2.1 Kinetik.....	114
5.2.2 Kinematik.....	116
5.3 Ganganalytische Beurteilung auf dem Laufband	117
5.3.1 Patienten mit aseptischer Lockerung:.....	117
5.3.2 Patienten mit septischer Lockerung:.....	120
5.3.3. Patienten mit Luxationen:	122
IV Diskussion.....	123
1 Probleme bei Hüftgelenksprothesen.....	123
1.1 Patientengut und Explantationsoperation.....	126
1.2 Aseptische Lockerung und Patientengut.....	130
1.3 Septische Lockerung und Patientengut:.....	132
1.4 Luxation und Patientengut	136
1.5 Implantatbruch und Patientengut.....	137
2 Röntgen	139
3 Ganganalyse	148
V Zusammenfassung	153
VI Summary	155
VII Literaturverzeichnis	157

VIII Anhang	205
A. Besitzerfragebogen	205
IX Danksagung.....	207

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl und Signalement der Patienten, Indikationen der Totalendoprothese und Explantation mit vorangegangener Totalendoprothese an der Chirurgische Tierklinik (LMU).	52
Tab. 2: Anzahl und Signalement der Patienten, Indikation der Totalendoprothese, welche „alio loco“ durchgeführt wurde und Indikation der Explantation, durchgeführt an der Chirurgischen Tierklinik (LMU).	53
Tab. 3: Zusammenfassung Hund mit anderweitig vorangegangener Totalendoprothese und Explantation.	54
Tab. 4: Übersicht und Verteilung der Hunderassen in Anzahl und relativer Anzahl in %.	54
Tab. 5: Indikation und Häufigkeit der Totalendoprothese (TEP)	56
Tab. 6: Zusammenfassung und Häufigkeit der Indikationen für die Explantation der Totalendoprothese (TEP)	57
Tab. 7: Zeitintervall zwischen erster und nachfolgender Totalendoprothese mit anschließender einseitiger Explantation der Patienten mit bilateraler Hüftgelenksendoprothese unter Berücksichtigung der Indikation und Lateralität (re=rechts, li=links).	58
Tab. 8: Daten von Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothesen.....	60
Tab. 9: Daten von Patienten mit Septische Lockerung der Endoprothesen	61
Tab. 10: Daten von Patienten mit Luxation der Endoprothesen	62
Tab. 11: Daten von Patienten mit Implantatbruch der Endoprothesen	62
Tab. 12: Narkotika und perioperative Medikation	65
Tab. 13: Zusammenfassung und Häufigkeit intraoperative Komplikationen für die Explantation	69
Tab. 14: Bakterielle Erreger bei Hunden mit septischer Lockerung des Implantates.....	78
Tab. 15: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen.....	81
Tab. 16: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.....	81
Tab. 17: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.	82
Tab. 18: Schmerzempfindung der Hunde mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.	83

Tab. 19: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen.....	86
Tab. 20: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer septischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.....	86
Tab. 21: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit einer septischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit nach der Explantation.....	87
Tab. 22: Schmerzempfindung der Hunde mit einer septischen Lockerung der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.	88
Tab. 23: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen.....	89
Tab. 24: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer Luxation der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.....	89
Tab. 25: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit Luxation der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunkts nach der Explantation	90
Tab. 26: Schmerzempfindung der Hunde mit einer Luxation der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation	90
Tab. 27: Nachweis von Aufhellungen in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit aseptischer Lockerung.	97
Tab. 28: Präoperative Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit aseptischer Lockerung.	99
Tab. 29: Präoperative Zementbrüche im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen eingeordnet ..	100
Tab. 30: Nachweis von periostalen Reaktionen im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen.....	101
Tab. 31: Nachweis der Aufhellungssäume in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit septischer Lockerung.	103
Tab. 32: Präoperative Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit septischer Lockerung.	104
Tab. 33: Nachweis von periostalen Reaktionen im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen.....	105
Tab. 34: Werte der goniometrischen Winkel der explantierten Hintergliedmaße (°)	111
Tab. 35: Kinetische Belastungsdaten	115
Tab. 36: Kinematische Bewegungsanalyse ohne Referenzgruppe.....	116
Tab. 37: Kinematische Bewegungsanalyse mit Referenzgruppe	117

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pfannenzonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976)	95
Abbildung 2: Zoneneinteilung im Schaftbereich nach GRUEN et al. (1979).....	96

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: 52% der Patienten gehörte der mittleren Gewichtsklasse an (31-40kg), gefolgt von der Gruppe mit einem Körpergewicht zwieschen 16-30kg (32%). 16% der Patienten waren schwere Hunde mit einem Körpergewicht über 41kg.	55
Diagramm 2: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.	82
Diagramm 3: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation	87
Diagramm 4: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation	90
Diagramm 5: Die Aufhellungen in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit aseptischer Lockerung	98
Diagramm 6: Die Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN Zonen bei Patienten mit aseptischer Lockerung.....	99
Diagramm 7: Die Aufhellungssäume in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit septischer Lockerung.....	103
Diagramm 8: Die Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit septischer Lockerung.....	104
Diagramm 9: Überblick über die Werte-Verteilung der goniometrischen Winkel der explantierten Hintergliedmaßen	112

I. Einleitung

“Divinium est sedare dolorem” – Schmerz zu lindern ist eine heilige Aufgabe (TACKE 2005). Dieser Aufgabe nehmen sich Wissenschaftler und Mediziner seit vielen Jahren an und arbeiten intensiv an neuen Behandlungsmöglichkeiten. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Tiere den Schmerz in ähnlicher Art und Weise erkennen, verarbeiten und auf ihn reagieren wie der Mensch (TACKE 2005). Die Total-Endoprothese (TEP) ermöglicht die Entfernung schmerzhafter Gelenkbestandteile, wie bei einer Coxarthrose oder Hüftgelenkdysplasie. Auf diese Weise kann eine normale Funktion des Gelenkes erhalten bleiben und gleichzeitig die Lebensqualität des Patienten verbessert werden. Bereits 1890 entwickelte GLUCK (1890) einen aus Elfenbein bestehenden Hüftgelenksersatz, der mithilfe eines “Zements” fixiert wurde. Dieser erste Versuch scheiterte aufgrund eines Materialbruchs. Die Weiterentwicklung unterschiedlicher Hüftgelenksprothesen machte in den letzten Jahren deutliche Fortschritte. Heutzutage stehen Mediziner und Veterinärmediziner viele verschiedene Hüftgelenksprothesen zur Verfügung.

Trotz intensiver Weiterentwicklungen der Operationstechniken und des Materials der TEP, gibt es immer noch einige Komplikationen. Die aktuelle Literatur beinhaltet jedoch bis dato keine klinischen Studien, die Spätfolgen einer Explantation der Endoprothese des Hundes beschreiben.

Aufgrunddessen war es das Ziel der vorliegenden Dissertation anhand von 51 Patienten, bei denen zwischen 1994 - 2008 an der Chirurgischen Tierklinik eine Entfernung der Prothese durchgeführt wurde, folgende Fragen zu beantworten:

Wie ist die Lebensqualität eines Hundes nach einer Explantation im Vergleich zu einem an Coxarthrose erkrankten Patienten? Welche Parameter (Schmerzempfindung, Gelenkwinkel-messung, Muskelumfang, Gangbild, computerisierte Ganganalyse, bildgebende Verfahren) lassen dies objektiv und reproduzierbar feststellen? In wiefern korrelieren diese Parameter mit Größe und Gewicht der Patienten?

II. Literaturübersicht

1 Anatomie des Hüftgelenkes

Für die anatomische Darstellung wird in der folgenden Arbeit auf die anatomischen Standardwerke von DYCE et al. (1991), NICKEL et al. (1992), SEIFERLE und FREWEIN (1992), EVANS (1993a, 1993b), VOLLMERHAUS et al. (1994a, 1994b), BUDRAS et al. (2000) sowie LIEBIG und KÖNIG (2001) Bezug genommen.

Die *Articulatio coxae* des Hundes wird aus der konvexen Gelenkfläche des *Caput ossis femoris* und der konkaven *Facies lunata* des *Azetabulums* gebildet. Als echtes Kugelgelenk hat das Hüftgelenk (HENSCHHEL 1983) drei Hauptachsen, die alle durch den Mittelpunkt des Femurkopfes verlaufen. Dies sind die Transversalachse für die Extension und Flexion, die Sagittalachse für die Abduktion und Adduktion sowie die Vertikalachse für die Supination und Pronation (WAIBL 1988).

1.1 Os femoris

Das *Os femoris* ist der stärkste Knochen des Körpers und stellt das *Stylopodium* der freien Beckengliedmaße dar. Das proximale Endstück trägt das halbkugelige *Caput ossis femoris*, das bei den Caninen durch das *Collum* vom *Corpus ossis femoris* abgesetzt ist und kraniomedial hervorragt. Das Hüftgelenk ist ein echtes Kugelgelenk mit einer kleineren, mit hyalinem Knorpel überzogenen, konvexen Fläche (*Caput ossis femoris*) und einer größeren konkaven Fläche, dem *Azetabulum* (SMITH 1963). In der *Fovea capitis*, einer kleinen Vertiefung im Gelenkkopf, ist das *Ligamentum capitis ossis femoris* lokalisiert.

1.2 Azetabulum

Das *Azetabulum* des Hundes wird aus vier einzelnen Knochen, dem *Caput ossis ilii*, dem *Corpus ossis ischii*, dem *Corpus ossis pubis* und dem *Os acetabuli* gebildet.

Das Azetabulum stellt eine hohle Halbkugel mit mondsichelförmiger, unvollständig ausgebildeter Gelenkfläche dar, der sogenannten Facies lunata (KOCH und BERG 1985, FREWEIN und VOLLMERHAUS 1994, KÖNIG und LIEBIG 1999, NICKEL et al. 2001, HOLZ 2002).

Zentral im Azetabulum liegt die Fossa acetabuli, die keinen Gelenkknorpel trägt. Durch die Incisura acetabuli wird die Gelenkfläche unterbrochen. Sie verläuft unterhalb des kaudoventralen Anteils der Facies lunata in einer vom Os ischii gebildeten Furche nach kaudal weiter (EVANS 1993b).

Es werden rassetypische Formvariationen in der Ausprägung des Azetabulums und des Os femoris beschrieben (RICHTER 1977, LINNMANN 2000).

1.3 Hüftgelenkkapsel

Die Capsula articularis entspringt am Rand des Azetabulums und setzt sich distal des Femurkopfes am Collum ossis femoris fort. Sie bedeckt das Hüftgelenk zirkulär und hält es in seiner Position. Die Kapsel besteht aus einer Membrana fibrosa (äußere Schicht) und einer Membrana synovialis (innere Schicht). Die innere Membran ist reich an Blut- und Lymphgefäßen sowie an Nervengewebe. Aus diesem Grund hat die Gelenkkapsel während der Wachstumsphase eine große Bedeutung für die Blutversorgung des Femurkopfes (MATIS und WAIBL 1985). Die Membrana synovialis wird vom Rami articularis der vier Plexusnerven (N. ischiadicus, N. femoralis, N. gluteus cranialis, N. obturatorius) sowie den Nervenästen der umgebenden Muskulatur und des Periosts innerviert (STASZYK und GASSE 2002).

1.4 Bänder und Muskulatur des Hüftgelenkes

Am Articulatio coxae inserieren zwei Bänder, deren Funktionen noch nicht vollständig geklärt sind: Das Ligamentum capitis ossis femoris (KÖPPEL 1991) und das Ligamentum transversum acetabuli. Im Ligamentum capitis ossis femoris verläuft eine Abspaltung des N. obturatorius (STASZYK und GASSE 2002) und verschiedene Teilläste der Arteria ligamenti capitis ossis femoris (KÖPPEL 1991). Es wird angenommen, dass das Band aufgrund der kurzen Länge von 1 - 1,5 cm keine haltende Funktion ausübt. Bei extremen Torsions-, Abduktions- und Adduktionsbewegungen hat es jedoch einen bremsenden Effekt

(HENSCHHEL 1983). Das Femurkopfband wird durch das Ligamentum transversum in seiner Lage gehalten (NICKEL et al. 1992).

Das Hüftgelenk ist von einer zahlreicher, kräftiger Muskulatur umgeben, die eine vielseitige Bewegung des Gelenkes ermöglicht (BUDRAS et al. 2000). Zu der äußeren Muskelgruppe (Hüft- und Kruppenmuskulatur), die für die Extension des Gelenks verantwortlich ist, gehören M. gluteus superficialis, M. gluteus profundus, M. gluteus medius und M. piriformis. Die Hinterbackenmuskeln M. biceps femoris, M. semitendinosus, M. semimembranosus und M. abductor cruris caudalis stellen ebenfalls Streckmuskeln des Hüftgelenks dar. Für die Flexion sind M. sartorius cranialis, M. tensor fasciae latae, M. iliopsoas und M. rectus femoris verantwortlich. M. sartorius caudalis, M. gracilis, M. adductor magnus, M. adductor brevis und M. pectineus bilden die Adduktorengruppe der medialen Oberschenkelmuskulatur. M. obturatorius internus und externus, Mm. gemelli und M. quadratus femoris gehören zu den tiefen Hüftgelenksmuskeln, die kaudal des Gelenks liegen. Sie spielen bei der Auswärtsdrehung und Extension des Hüftgelenks eine entscheidende Rolle.

2 Biomechanik des Hüftgelenks

Die statische Analyse der caninen Hüfte gibt einen Einblick welchen Kräften und Belastungen das Hüftgelenk unter physiologischen Bedingungen ausgesetzt ist. Um die Biomechanik der Articulatio coxae besser verstehen zu können, werden sophistisierte dynamische Modelle benötigt.

Bei der Anwendung eines statischen Modells wird sichtbar, dass sich die einwirkenden Kräfte bei Hüften mit Stabilitätsveränderungen vergrößern (WEIGEL und WASSERMANN 1992). Bei den biomechanischen Modellen, zum Beispiel bei der inversen Dynamik, sind die Bodenreaktionskräfte die wichtigsten externen Kräfte (MEERSHOEK und VAN DEN BOGERT 2001). Eine geringe Änderung der Länge des Hebelarms, des Körpergewichts, des Antetorsionswinkels, des Zentrum-Kollum-Diaphysenwinkels (CCD) oder des Azetabulumneigungswinkels kann die Belastung des Hüftgelenks beträchtlich erhöhen. Veränderte Belastungen führen zu einer funktionellen Anpassung, die mit chronischen pathologischen Erscheinungen einhergeht, wie beispielsweise die Exostosenbildung, die bei der

Hüftgelenksdysplasie des Hundes beobachtet werden kann, oder aber Arthrosen, Knochenzysten, Knochenrarefizierung oder – resorption.

Im Stand tragen die Beckengliedmaßen des Hundes circa 30% des Körpergewichts (KÜPPER 1980, PRIEUR 1980), beim Laufen sind es etwa 40% (BUDSBERG et al. 1987, KÖPPEL 1991).

In einigen Fällen verlagert sich der Schwerpunkt des Hundes nach kaudal. Dies kann insbesondere bei adipösen Tieren und bei weniger vorderlastigen Rassen beobachtet werden, wie zum Beispiel beim Rottweiler, Pudel, Deutschen Schäferhund, Dobermann, Deutsch-Drahthaar, Airedale Terrier oder beim Pointer (LARCHÈ 1962, OFF und MATIS 1997). Für den Bewegungsablauf spielt das Hüftgelenk eine entscheidende Rolle: Die Beckengliedmaßenfunktion gleicht in allen Gangarten einem Wurfhebel, der durch die mehrfach gewinkelten, stark bemuskelten Hintergliedmaßen den gesamten Körper über die Vordergliedmaßen nach vorne schiebt (KÜPPER und SCHAAR 1982). In der Krafteinwirkung wird zwischen horizontalen und vertikalen Kräften unterschieden. Die vertikale Komponente entspricht der Körpergewichtskraft, während die horizontale Komponente die Vorschubkraft repräsentiert (DUELAND et al. 1977, PRIEUR 1980). Durch die Implantation einer Pfannenprothese ändert sich die Krafteinleitung auf das Knochenlager. Dabei beeinflussen folgende drei Hauptfaktoren die Spannungsverläufe: designbedingte (Pfannenform, Gewindeform), verankerungsbedingte (Fixation mit oder ohne Knochenzement) und mechanische (E-Modul des Werkstoffes) Faktoren.

2.1 Gangbild

Studien, die sich mit Ganganalysen verschiedener Spezies beschäftigen sind von großem wissenschaftlichem Interesse. Bewegungsabläufe werden unter standardisierten Bedingungen analysiert, um Bewegungsmuster eines Individuums charakterisieren zu können (UNKEL-MOHRMANN 1999).

Die einzelnen Komponenten der Bewegung bestehen aus einem Zusammenspiel des aktiven und passiven Bewegungsapparats, gesteuert durch das Nervensystems. Dabei wiederholt sich das Bewegungsmuster des Hundes zyklisch (MATIS et al. 1999).

An der Gesamtbewegung der Hintergliedmaße hat das Hüftgelenk den größten Anteil. Kurz nach der maximalen Hüftflexion und kurz vor der maximalen Kniegelenksstreckung kommt

es zum Bodenkontakt. In der Stützbeinphase sind Knie- und Sprunggelenk gebeugt, das Hüftgelenk dagegen gestreckt (DE CAMP et al. 1993, HOTTINGER et al. 1996). In dieser Phase werden alle Gelenke gestreckt und der Körper nach vorne geschoben. Bei der maximalen Streckung hebt die Gliedmaße ab (OFF und MATIS 1997).

Die Gleitbewegung und Rotation erfolgt während der Vorführphase (PETTIT et al. 1980).

2.2 Visuelle Bewegungsanalyse

Diese Art der Ganganalyse wird durch alleiniges Beobachten des Tieres in der Bewegung ohne technische Hilfsmittel durchgeführt. Optimalerweise wird der Patient in einer großen Anlage, die mindestens einen Abstand von 10-15 m erlaubt, vorgeführt. Zuerst wird der Kontakt mit dem Tier über einen ungezwungenen Spaziergang an der Leine hergestellt. Bei dieser Form des Vorführens können bereits erste veränderte Schrittmuster bzw. Lahmheiten diagnostiziert werden. Faktoren wie Schrittlänge, Gemeinschaftsbewegung und Seitenbiegung der Rückenlinie sind bei der Lahmheitsbeurteilung wichtige Kriterien. Die erkrankte Gliedmaße kann beispielweise eine verkürzte Schrittlänge oder eine reduzierte Flexion aufweisen (MILLIS et al. 2004).

Die Untersuchung erfolgt generell in zwei Gangarten: Schritt und Trab. Im Trab haben die Beckengliedmaßen einen längeren Bodenkontakt als die Schultergliedmaße (BERTRAMS et al. 1997). Andere Gangarten wie Galopp oder provozierte Passgänge finden keine Berücksichtigung bei der visuellen Lahmheitsbeurteilung. OFF und MATIS (1997) gehen davon aus, dass nur bei langbeinigen Tieren ein Passgang beobachtet werden kann. In der Regel sollten die Bewegungen in den verschiedenen Gangarten per Video aufgezeichnet werden, so dass eine Beurteilung auch in Zeitlupe vorgenommen werden kann. Somit können auch unabhängige Kontrolluntersucher bei der visuellen Ganganalyse objektiv tätig sein.

2.3 Quantitative Bewegungsanalyse

Obwohl bereits im späten 19. Jahrhundert klinische Methoden zur objektiven Untersuchung des Muskel- und Skelettsystems bekannt waren, konnten erst in den letzten 10 bis 15 Jahren technische Methoden entwickelt werden, die eine detaillierte und reproduzierbare Ganganalyse möglich (DE CAMP 1997) machten.

Kraftplatten, die Bodenreaktionskräfte aufzeichnen, sind zur quantitativen Ganganalyse bei Mensch, Pferd und Hund beschrieben (BUDSBERG et al. 1988).

Mit wachsendem technischem Fortschritt ist das Interesse an der Kinesiologie, der Wissenschaft von Bewegungsabläufen, gestiegen. Diese unterteilt sich in Kinetik und Kinematik (OFF 1992, DE CAMP 1997).

2.3.1 Kinetische Analyse

Dabei werden verschiedene Kraftplatten verwendet, die mittels Dehnungsstreifen oder über ein piezoelektrisches Verfahren den zeitlichen Verlauf der externen Kräfte festhalten. Diese externen Kräfte werden vom Körper über den Fuß auf den Boden übertragen (SENN 1993). Es erfolgt die Messung der Bodenreaktionskräfte (GRF) (Einheit $\text{N/kg} \times 10^{-2}$) der Gliedmaße während der Standphase der Bewegung. Die Kraft, die während des Laufens auf einen Untergrund ausgeübt wird, kann in drei orthogonale Komponenten unterteilt werden: mediale bzw. laterale Kräfte (F_x), kraniale bzw. kaudale Kräfte (F_y) sowie die vertikalen Kräfte (F_z). Die medialen bzw. lateralen Kräfte besitzen wenig Bedeutung für die Ganganalyse und werden seltener berücksichtigt (DE CAMP 1997). Diese zeigen eine hohe Variabilität (BUDSBERG et al. 1987 und 1988), sodass ihre Untersuchung zu wenig verwertbaren Ergebnissen führt.

Kraniale bzw. kaudale Kräfte werden zur Untersuchung der Gliedmaßen vorwärtsbewegung herangezogen. Dabei wird die Stützphase in eine Beschleunigungs- und Bremsphase unterteilt, basierend auf dem positiven bzw. negativen Ausschlag der Kräfte (F_y). CLAYTON (1991, 1996 a, b, c) nimmt an, dass die longitudinalen Kräfte ca. 10 – 15 % und die transversen Kräfte ca. 2% des Körpergewichts ausmachen. Dies erscheint im Vergleich zu den vertikalen Kräften eher gering.

Die vertikale Kraft setzt sich aus der statischen Gewichtskraft und der dynamischen Kraft, die auf die Gliedmaße wirken, zusammen (HOFMANN 2002). Die vertikale Kraft misst die Gewichtsübernahme und nimmt im Vergleich zu den anderen Kräften den größten Anteil ein. Die vertikalen Kräfte sind bei einer Lahmheit vermindert. Die Kraftplatten sind an einen Computer angeschlossen, der die Daten verarbeiten kann. Ein entsprechendes Programm wandelt die von der Kraftplatte übermittelte Information in die drei Ebenen der Boden-

reaktionskräfte um. RUMPH et al. (1998) berichtet von einer Technik, bei der einzelne Fußblöcke zur Bestimmung des Messbodenkontaktdrucks eingesetzt werden.

Die Kraftplatten messen die gesamten Bodenreaktionskräfte, die von der entsprechenden Gliedmaße ausgeübt werden. Untersuchungen der Bodenreaktionskräfte zeigen, dass diese von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst werden können. Besonders variable Faktoren sind morphologische Eigenschaften wie Muskelmasse, Gliedmaßenwinkelung und -länge, Schritthäufigkeit, Schwerkraftsmittelpunkt und bevorzugte Fortbewegungsgeschwindigkeit (Trab, Galopp). Verschieden Autoren berichten von signifikanten Zusammenhängen zwischen Bodenreaktionskräften und morphologischen Eigenschaften. BUDBERGS et al. (1988) erklären, dass sich auf Grund der relativen Senkrechtstellung der Schultergliedmassen eine größere Kraft und Belastung ergeben.

2.3.2 Kinematische Analyse

Im Jahr 1888 analysierte MUYBRIDGE den Gang von Greyhounds in verschiedenen Geschwindigkeiten mit Hilfe stroboskopischer Photographie. 1899 gelang es ihm, einzelne Phasen des Ganges photographisch festzuhalten (MUYBRIDGE 1957).

Computergestützte kinematische Beurteilungen liefern objektive Informationen über Bewegungsabläufe von Hunden verschiedener Rassen (ALLEN et al. 1994). ALLEN et al. (1994) ermittelten kinematische Werte und Bodenreaktionskräfte von Hunden im Veterinärbiomechanischen Auswertungslabor der Michigan State University. Vier Kameras (60 Hertz) zeichnen aus verschiedenen Positionen kinematische Daten und Gangbilder auf. Eine Kraftplatte, die sich etwa im Zentrum des Fußwegs befindet, zeichnet jeweils den Beginn und das Ende der Standphase auf (DE CAMP et al. 1993).

Zur Kennzeichnung bestimmter Knochenpunkte werden Marker verwendet (UNKEL-MOHRMANN 1999, HOFFMANN 2002). Diese bestehen aus Styropor mit reflektierendem Material, sodass die reflektierenden Punkte während der Bewegung gut sichtbar und Bewegungsabfolgen auswertbar sind (OFF 1992, UNKEL-MOHRMANN 1999, HOFFMANN 2002).

Die Marker werden an folgenden Knochenpunkten fixiert:

Schultergliedmassen:

a-dorsaler Rand der Spina scapulae

b-Tuberkulum majus humeri

c-Epicondylus lateralis humeri

d-Processus styloideus ulnae

e-distal am Os metacarpale quintum

Beckengliedmassen:

f-kranialer Punkt der Crista iliaca

g-Trochanter major ossis femoris

h-Epicondylus lateralis ossis femoris

i-Malleolus lateralis fibulae

j-distal am Os metatarsale quintum

Computergestützte videographische Ganganalysen finden ihre Verwendung zur Beurteilung der Auswirkungen von Lahmheiten auf das muskuloskelettale System (DE CAMP 1997, GILLETTE und ZEBAS 1999).

Neue Techniken in Video- und Computertechnik haben die Qualität der Ganganalyse potentiell verbessert.

2.4 Winkel des Hüftgelenks

In kinematischen Untersuchungen wurde die Winkelung im Hüftgelenk des Hundes ermittelt. In der mittleren Standbeinphase in der Sagittalebene befindet sich der Femur in einem Flexionswinkel von 110° in Bezug zur Darmbeinsäule, in einem Abduktionswinkel von 105° zum Beckenboden in der Transversalebene und einem Innenrotationswinkel von 0° bezogen

auf die Femurlängsachse (ADRIAN et al. 1966, BERGMANN et al. 1984, PAGE et al. 1993, SHAHAR und BANKS-SILLS 2002).

DUELAND et al. (1977) untersuchte mithilfe von Kraftmessplatten 17 Hunde mit einer Hüftgelenksprothese und 11 Hunde mit Resektionsarthroplastik. Aufgrund der niedrigen Patientenzahlen und wenigen Erfahrungen mit dieser Untersuchungsmethode, konnte keine eindeutige Aussage formuliert werden.

DOGAN et al. (1989, 1991) untersuchten mithilfe von Kistler-Messplatten Hunde vor und nach Hüftgelenksendoprothetik. Einen Monat nach erfolgter Operation konnte eine Reduktion der vertikalen Kraft auf 77% und der kraniokaudalen Kraft auf 61,9% ermittelt werden. Vier Monate postoperativ waren die Werte wieder im Normalbereich und die Belastung mit der einer gesunden Gliedmaße vergleichbar.

BUDSBERG et al. (1996) verglichen biomechanische Gangunterschiede prä- und postoperativ in einem Untersuchungszeitraum von einem Jahr. Die Probandengruppe bestand aus 16 Hunden mit bilateraler Koxarthrose, die unilateral operiert wurden. Die Patienten wurden prä- und postoperativ (erste, dritte, sechste, und 12. Monat) über biomechanische Kraftmessplatten getrabt. Die Bodenreaktionskräfte zeigten an, dass sich die Funktionalität der operierten Gliedmaße sechs Monate postoperativ deutlich gebessert hatte.

KOSFELD (1996) untersuchte eine Gruppe von 11 deutschen Schäferhunden. Die Patienten wurden in Schrittgeschwindigkeit untersucht und Unterschiede prä- und postoperativ analysiert. Die Standphase war vor der Operation auf der kontralateralen Seite signifikant verlängert, während die Schwungphase verkürzt war.

Postoperativ war kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Beckengliedmaßen feststellbar. Es konnten deutliche Veränderungen in den Gelenkwinkeln prä- und postoperativ festgestellt werden. Das chirurgisch versorgte Gelenk wurde nach der Operation signifikant stärker gestreckt und weniger gebeugt.

Das Untersuchungsprojekt von BRADEN et al. (2004) basierte auf der objektiven Auswertung der Kraftmessplattenanalyse für großwüchsige Hunde mit Totalendoprothese als Therapie einer Koxarthrose. Alle 127 Patienten wurden vor der Operation und ca. sechs Monate nach der Operation untersucht. Insgesamt verbesserte sich die vertikale Kraft statistisch signifikant um 10,6 % [0,394 (10N/kg)]. Der vertikale Impuls verbesserte sich durchschnittlich statistisch signifikant um 13,6%.

3 Indikationen der Alloarthroplastik

3.1 Schmerzhafter Hüftgelenkdysplasie

Die Hüftgelenkdysplasie (HD) ist die häufigste der postnatalen Entwicklungsstörungen des Hüftgelenks. Sie betrifft meist beide Hüftgelenke und Hunde großwüchsiger Rassen. Dysplastische Hüftgelenke können jedoch auch bei kleinwüchsigen Hunden, Katzen und bei Mischlingshunden auftreten. Die HD ist eine multifaktorielle Erkrankung, wobei nicht nur hereditäre Faktoren, sondern auch Umwelteinflüsse, wie Ernährung und Haltung, zur fehlerhaften Entwicklung des Hüftgelenks führen (BRUNNBERG 1998).

Das dysplastische Hüftgelenk, besteht aus einer steilen, nach dorsal ausgezogenen Pfanne, wobei die sogenannte Überdachung des Femurkopfs ungenügend ist. Die Gelenkflächen sind nicht mehr konzentrisch und kongruent (RIESER 1973). Folglich wird der Gelenkknorpel vermehrt belastet und somit abgeschliffen, sekundäre Gelenkveränderungen, wie Osteophytose, Knochenzysten und lokale, extreme Knochenzubildung, können beobachtet werden.

Durch die Instabilität im Hüftgelenk entwickelt sich aus der HD die Hüftgelenksarthrose (Koxarthrose).

Ausgeprägte Lahmheit und Schmerz prägen das klinische Bild. Oft kann eine Atrophie der Becken- und Oberschenkelmuskulatur beobachtet werden. Weit fortgeschrittene Koxarthrosen haben eine reduzierte und schmerzhaft Abduktion und Extension der Hüfte zur Folge, weil die Kontraktion des M. pectineus und des M. iliopsoas die Abduktion und Extension der Hüfte zusätzlich einschränken (BALLINARI et al. 1995).

Bei vielen hochgradigen Koxarthrosefällen reichen die konservativen Maßnahmen nicht aus und eine chirurgische Intervention muss in Betracht gezogen werden. Unterschiedliche Operationentechniken sind beschrieben, z.B. die Triple Pelvic Osteotomy (TPO), Gelatine-Kappen-Arthroplastik, Resektion des Femurkopfes und -halses und Myektomie/Myotomie des M. pectineus, intertrochanter Varisations- und Derotationsosteotomie, Femurhalsverlängerung oder Symphysiodese. Wie auch in der Humanmedizin, besteht für den Hund die Möglichkeit der Implantation einer Totalendoprothese (FREUDIGER et al. 1997). BOWEN et al. (1972) berichteten, dass Hunde, die einer unilateralen Myotomie unterzogen wurden, auch später noch eine Koxarthrose entwickelten. MATIS und WAIBL (1985) und MATIS

(1995) kamen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass eine Femurkopfhalsresektion nur bei erfolglosen Osteosynthesen, anhaltend schmerzhaften Koxarthrosen oder bei Infektionen zur Anwendung kommen sollte. Sie ist nicht das Mittel der ersten Wahl.

Die dauerhaft schmerzhafteste Hüftgelenkdysplasie bzw. Koxarthrose ist die häufigste Indikation für die Hüftgelenksprothese beim Hund (OLOFF und WETTER 1983, OLMSTEAD 1987, BARDET und MATIS 1990, DE YOUNG et al. 1992, KOSFELD 1996, HOLZ 2002).

3.2 Calve-Legg-Perthes Krankheit – Aseptische Femurkopfnekrose

Im Bereich der Femurkopfeiphyse kommt es zur aseptischen, avaskulären Nekrose des Knochens. Prädisponiert sind Hunde kleinwüchsiger Rassen im Wachstum. Die Femurkopfnekrose kann ein- oder beidseitig auftreten.

Die Symptome reichen von einer langsam progressiven bis hin zur hochgradigen Lahmheit im betroffenen Hüftgelenk. Einschränkungen der Gelenkbeweglichkeit, insbesondere der Rotation, und zunehmende Muskelatrophie sind begleitende Symptome. Als Folge der Erkrankung entwickelt sich aufgrund der regressiven Veränderungen eine Koxarthrose. Neben konservativen Behandlungsmöglichkeiten (Analgetika, Anabolika), sind unterschiedliche chirurgischen Therapien beschrieben, wie die einfach durchzuführende Femurkopfhalsresektion (LIPPINCOTT 1992).

Eine weitere chirurgische Möglichkeit ist die Implantation einer Mini-TEP (Hüftgelenk Totalendoprothese), die zur völligen Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion führt (BRUNNBERG 1998).

3.3 Akute und chronische Femurluxationen (Luxatio ossis femoris)

Ätiologisch handelt sich bei den Femurkopfluxationen meist um Traumata, jedoch sind dysplastische Patienten aufgrund ihres instabilen Hüftgelenks prädisponiert.

Stets ist ein Teil der Gelenkkapsel und des Hüftkopfbandes zerrissen, in schweren Fällen ist auch die Glutealmuskulatur traumatisiert. Wenn eine Femurkopffraktur vorhanden ist, liegt in der Regel ein knöcherner Ausriss des Hüftkopfbandes vor.

Schwerwiegende Luxationen machen rekonstruktive chirurgische Versorgung nahezu unmöglich, wie zum Beispiel bei einer bestehenden Hüftgelenkdysplasie mit schwerer Gelenkknorpelabrasion am Femurkopf in Verbindung mit nicht befriedigend rekonstruierbaren Begleitfrakturen des Azetabulum bzw. Femurkopfes (BRINKER et al. 1993).

In diesen schwerwiegenden Fällen erscheinen Resektionsarthroplastik oder die Implantation einer Hüftgelenksprothese sinnvoll.

3.4 Femurkopffrakturen

Femurkopf-, -hals oder Azetabulumfrakturen kommen selten und meistens in Kombination mit Femurluxationen vor (BRINKER 1978, MATIS und WAIBL 1985). Bei großwüchsigen Hunden bietet sich in diesem Falle eine Totalendoprothese an, da eine Resektionsarthroplastik das Risiko einer nicht reponierbaren Situation in sich birgt. In der Humanmedizin berichteten GJERTSEN et al. (2007), dass der Hüftersatz oft als Behandlung der missglückten Osteosynthese der femoralen Halsfrakturen verwendet wurde und jetzt auch bei akut femoralen Halsfrakturen angewendet wird. Mit Rücksicht auf Alter und Geschlecht der Patienten sowie Auswahl des Knochenzementes, haben die Patienten mit akuten Frakturen im Vergleich zu denen mit Osteoarthrosen ein erhöhtes Komplikationsrisiko. Die Komplikationsrisiken waren bei Dislokationen und periprosthetischem Bruch der Prothese höher, als bei Lockerung der azetabularen Komponente. Irreparable oder in Fehlerstellung verheilte Femurkopf- und Halsfrakturen sind für OLMSTEAD et al. (1981, 1983), PEROT (1985), HOHN et al. (1986), OLMSTEAD (1987), MASSAT und VASSEUR (1994) sowie BARDET und LETOURNEL (1995) Gründe, den Hüftgelenkersatz durchzuführen (KOSFELD 1996).

3.5 Kontraindikationen der Alloarthroplastik

Wenn die klinische Symptomatik andere Ursachen hat als eine koxofemorale Gelenkerkrankung, dann ist ein Gelenkersatz kontraindiziert. Hierzu zählen neurologische Funktionsstörungen, nicht schmerzhaftes Hüftgelenkdysplasie, Bandläsionen oder Osteochondrosen in anderen Gelenken, systemische oder lokale Infektionen (BRINKER et al. 1993). Weitere Kontraindikationen stellen junge Tiere dar, deren Skelett noch nicht ausgereift ist, alters- oder pathologisch bedingter mangelhafter Knochensubstanz, (OLMSTEAD und HOHN 1980) und

maligne bzw. inoperable Tumore (HOHN et al. 1986). IWATA et al. (2008) erwähnen hierbei das gleichzeitige Vorhandensein neurologischer oder orthopädischer Erkrankungen, die sich auf die Beckenglieder auswirken sowie rezidivierende infektiöse Erkrankungen oder eine Kombination dieser Komponenten.

4 Hüftgelenksendoprothesen in der Kleintiermedizin

Die Hüftgelenkprothese ist ein großartiges Beispiel für ein Implantat, das unter regelmäßiger Belastung steht (HIRSCH 2005).

Der Hund stellt aufgrund seiner dem Menschen ähnlichen, histologischen und angiographischen Knochenstruktur ein hervorragendes Modell für den totalen Hüftgelenkersatz des Menschen dar. Jedoch müssen bei der Übertragung der Ergebnisse auf den Menschen die biomechanischen Unterschiede berücksichtigt werden, da sich die Belastung nicht nur auf zwei, sondern auf vier Beine verteilt (DIEHL und HARMS I 1976, DIEHL und HARMS II 1976, HARMS et al. 1978, PRIEUR 1980).

Die Lebensdauer einer Totalendoprothese beträgt beim Menschen etwa 10-20 Jahre. Ein Ersatz des Implantates aufgrund von Verschleiß findet beim Hund aufgrund der durchschnittlich kürzeren Lebenserwartung und des relativ geringeren Körpergewichts, im Vergleich zum Menschen, keine Berücksichtigung. In der Veterinärmedizin wurden Anfang der fünfziger Jahre nur Kopf- bzw. Kopf-Halsprothesen zum künstlichen Hüftgelenkersatz eingesetzt (ARCHIBALD und BALLANTYNE 1953, BROWN 1953, JENNY 1953, VAUGHAN 1955, STADER 1956, GAY 1963, HUTTON und ENGLAND 1969). Die erste aus einer azetabulären und femoralen Metallkomponente bestehende Hüfttotalendoprothese des Hundes wurde von GORMAN (1957) angefertigt.

In der Veterinärmedizin werden sowohl zementierte als auch zementfreie Prothesen eingesetzt. Hierbei unterscheiden sich beide Systeme durch die Knochenverankerung voneinander. Vor- und Nachteile existieren bei beiden Techniken. Eine erfolgreiche Implantation setzt bei beiden Systemen die erforderliche technische Sachkenntnis, einen adäquaten Knochenvorrat, einen akzeptablen Prothesenentwurf und die Verfügbarkeit verschiedener Prothesengrößen voraus (OLMSTEAD et al. 1983, MONTGOMERY et al. 1992).

Um eine dauerhafte Funktion eines schmerzfreien Gelenkersatzes zu erreichen, werden hohe Erwartungen an die Materialien eines künstlichen Hüftgelenkes gestellt. Ziel ist eine möglichst geringe Reibung bei möglichst geringem Abrieb. Aus diesem Grund wird eine Kombination eines sehr harten Werkstoffes, wie poliertes Metall, mit einem Gleitpartner, in der Regel einem Polymer, ausgewählt (HIRSCH 2005). Je nach Art der Verankerung der Prothese im Knochen unterscheidet man drei Prothesentypen, die nachfolgend beschrieben werden.

4.1 Die zementierte Hüftgelenkprothese

Eine Totalendoprothese des Hüftgelenkes besteht aus Pfanne, Schaft und Kopf. Mit Hilfe der Zementfixation konnte beim Hund Anfang der 70er Jahre eine stabile Verankerung der Implantate im Knochenlager erreicht werden (PEROT 1972, HOEFLE 1974).

Das Einzementieren der Hüftendoprothesen erfolgt heutzutage fast ausschließlich mit einem Zweikomponenten-Knochenzement (SCHAWALDER 1995). Dieser ist aus einem Polymerpulver und einer Monomerflüssigkeit zusammengesetzt und härtet unter Wärmeentwicklung zu Polymethylmethacrylat (PMMA) aus (MÜLLER 1995).

Schnellhärtender, antibiotikahaltiger Knochenzement hat den Vorteil, dass die Prothese nicht erst mit dem Knochen verwachsen muss. Die Prothese kann vom ersten Tag an mit dem ganzen Körpergewicht belastet werden. Aus diesem Grund ist das Verfahren besonders für ältere Patienten vorteilhaft.

Da der Knochenzement in die Poren der Knochen eindringt, weist das Verfahren eine höhere Leistungsfähigkeit auf (HARRIS 1992).

Bisher wurden zahlreiche verschiedene Implantatmaterialien erprobt. Das Material sollte eine möglichst gute Bioverträglichkeit, eine geringe Reibung und somit eine lange Haltbarkeit aufweisen (GUTBROD und FESTL 1995).

Schaft- und Femurkopfprothesen bestehen entweder aus Titan, Kobalt-Chrom oder Stahl. Die Hüftpfannen werden aus Titan und einem Polymer hergestellt (GUTBROD und FESTL 1995). Zementierte Prothesensäfte weisen eine glatte Oberfläche auf. Zur Herstellung der Hüftgelenkkugeln werden häufig Aluminiumoxid und CoCrMo-Legierungen verwendet.

Durch die Dauerbiegewechselfestigkeit ist der Prothesenschaft dynamisch hochbelastbar und stellt somit, besonders im Fall der Lockerung einer Prothese, eine wichtige Funktion dar.

Bei der Belastung der Gliedmaße kann es zu sogenannten Relativbewegungen kommen, da durch Reibungserscheinungen Osteoklasten aktiviert werden können, die den Knochenabbau fördern und zur aseptischen Lockerung der Prothese führen. Aus diesem Grund sollte der Prothesenschaft eine hohe Verschleißfestigkeit haben.

Mit Hilfe des Modularsystems können verschiedene Femurkopfprothesen variabel auf den Schaft angepasst werden. Dies hat mehrere Vorteile gegenüber dem festen Kopfsystem (OLMSTEAD 1998). Wenn der Kopf auf dem Hals des Stammes verankert ist, kann der Kopf Rotation, Biegung, Kompression und Spannungslasten widerstehen (OLMSTEAD 1995).

Für den Kopf werden Keramik, Kobalt-Chrom oder Stahl bevorzugt, für den Schaft Kobalt-Chrom, Stahl oder Titan (ZICHNER 1978, BLAUTH und DONNER 1979, ZILLER 1984). Die Verbindung wird zwischen Kopf und Hals mit einem Verriegelungskegel gesichert.

Dieses System hat die Technik der Totalendoprothese verbessert, somit kann die Größe der Prothese dem femoralen Kanal und der Azetabularpfanne des Hundes angepasst werden kann (OLMSTEAD 1995).

Im Allgemeinen ist ein zementierter Hüftgelenksendoprothese kostengünstiger in der Herstellung im Vergleich zu zementfreien Prothesen. Der Nachteil der zementierten Endoprothetik besteht unter anderem in der Verwendung von zusätzlichem Implantationsmaterial, dem Zement.

4.1.1 Canine-Richards-II-Prothese

Die erste beim Hund in größerem Umfang eingesetzte Prothese war die sogenannte Canine-Richards-II-Prothese (Fa. Richards Medical Company, Memphis, Tennessee). Bereits 1957 arbeitete man an der Entwicklung künstlicher Hüftgelenke für den Hund (GORMAN 1957). Der Durchbruch gelang aber erst 1974 mit der Entwicklung der Canine-Richards-II-Prothese (LEIGHTON 1979, OLMSTEAD et al. 1983, OLMSTEAD 1987).

LEWIS und JONES (1980) berichteten, dass die totale Hüftarthroplastik in bestimmten Fällen eine wertvolle Methode in der Veterinärmedizin darstellt. Drei Jahre vor Beginn der Studie

hatten die Autoren 13 THR-Eingriffe mit fünf verschiedenen Prototypen durchgeführt, wobei alle Eingriffe unterschiedliche Ergebnisse zeigten. Aufgrund struktureller Mängel und der eingeschränkten Beweglichkeit zeigten frühere Arbeiten, dass die Prototypen, die aus der Humanmedizin bekannt waren, für den Hund ungeeignet waren. Aus diesem Grund wurde die Canine-Richards-II-Prothese (RCII) mit Hilfe einer chirurgischen Produktionsgesellschaft entwickelt. Die Veränderungen korrigierten die vorherigen designbedingten Probleme und ermöglichten einen größeren Bewegungsumfang. Die Zahl der postoperativen Luxationen war mit der Verwendung der Canine-Richards-II-Prothese deutlich rückgängig.

4.1.2 Hüftgelenkendoprothese für Hunde Modell Aesculap

1983 wurden in Deutschland künstliche Hüften der Firma Aesculap an Diensthunden erprobt (ORLOFF und KÜSSWETTER 1983). Das Modell bestand aus einer Polyäthylenpfanne und einem Kobalt-Chrom-Molybdän-Kopf mit zwei verschiedenen standardisierten Schaftgrößen. Bei diesem Modell war die Pfanne im Vergleich zu anderen Modellen dicker, stabiler und nach medial abgeschrägt. Sie imitierte bei korrekter Implantation die Größe und Stellung eines normalen Hüftgelenks; dadurch wurden die bei der Bewegung entstehenden Druck- und Scherkräfte reduziert. Die Bewegung konnte somit auf ein Minimum herabgesetzt und die Alterung des Knochenzements aufgehalten werden. Die Anwendung dieser Totalendoprothese wurde von GUTBROD und FESTL (1995) anhand von 174 Patienten postoperativ ausgewertet.

4.1.3 Biomedrix Canine Modular Hüftprothesen-System

Das Biomedrix-Hüftprothesen-System für Hunde (Fa. BioMedrix, Allendale, New Jersey) wurde in den USA entwickelt und war eine der am häufigsten verwendeten Prothesen, die Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre auf den Markt gebracht wurden (OLMSTEAD 1995, MASSAT 1995). Anfänglich bestand der Prothesenschaft aus einer Titanium-Legierung, die 1995 durch eine Kobalt-Chrom-Legierung ersetzt wurde.

BioMedrix haben den CFXTM (Zementierte System im Jahr 1990) und die BFXTM (Nicht zementierte System im Jahr 2003) Hip-Systeme für kleine bis große Hunde entwickelt und in die Produktion gebracht.

Für kleinwüchsige Hunderassen und ausgewachsene Katzen wurde das CFXTM Mikro Hip System, eine Totalendoprothese, entwickelt.

Das CFX-System liefert eine unmittelbare Prothesenfixierung. Eine Prothese kann unabhängig von der femoralen Größe und Krümmung oder Genauigkeit der intraoperativen Knochenbett – Vorbereitung verankert werden (OLMSTEAD 1995).

Die Wahl zwischen einer der beiden Endoprothesensysteme hing bei jedem Patienten ursprünglich von der Verfügbarkeit und später von der Form des Oberschenkelkanals ab. Hunden mit einer geraden Femurkanalform ohne ausgeprägten Isthmus wurde eine Prothese des Typs CFX implantiert, um Komplikationen, wie einer Senkung der Oberschenkelkomponenten zu vermeiden, wie sie bei den unzementierten Prothesen beobachtet werden konnte (RASHMIR-RAVEN et al. 1992).

Die Form der Hundeoberschenkel wird von Alter und Rasse beeinflusst, wobei junge erwachsene Hunde einen kegelförmigen Oberschenkelchaft haben, welcher sich mit dem Alter zu einer eher geradlinigeren Form umstrukturiert (RASHMIR-RAVEN et al. 1992). Vollentwickelte deutsche Schäferhunde und Rottweiler haben häufig gerade Oberschenkel, die gefährdeter für Schaftsenkungen sind. Um die Eignung einer zementlosen Prothese dieser Patienten besser einzuschätzen, findet der Kanalaufhellungsindex (der Grad an Oberschenkelkanalreduktion) Anwendung (RASHMIR-RAVEN et al. 1992).

4.1.4 Biomécanique-Prothesen

Zeitgleich mit den BioMedrix-Prothesen entwickelten BARDET und LETOURNEL (1995) die Biomécanique-Prothesen, deren Prothesenschaft aus einer Titanlegierung mit glatter Oberfläche besteht (Fa. Biomécanique integreebioimplant, Brétigny sur Orge, Frankreich).

MATIS und HOLZ (2003) berichteten über ihre klinischen Erfahrungen und die langfristigen Ergebnisse der zementierten Biomécanique-Prothesen im Vergleich zu den Canine-Richards-II-Prothesen. Verglichen mit den Ergebnissen einer vorherigen retrospektiven Studie, (KOSFELD 1996) in der 149 Hunde mit 199 Hunden mit Canine-Richards-II-Prothesen unter dieselben Kriterien beurteilt wurden, sank die Komplikationsrate von 18,6 auf 9,2%. Der Titanschaft der Biomécanique-Prothese zeigte kein erhöhtes Risiko aseptischer Lockerungen. Der Schaft der Biomécanique-Prothese lässt sich aufgrund seiner guten anatomischen Form

zentralisiert einsetzen, was sich positiv auf die das Risiko aseptischer Lockerungen auswirkt. Im Vergleich zu den Canine-Richards-II-Prothesen traten bei den Biomécanique-Prothesen keine Ermüdungsbrüche auf. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass es sich bei den Biomécanique-Prothesen um modulare Systeme handelt. Implantatbrüche der Richards Prothesen treten bevorzugt im Halsbereich auf.

4.1.5 Perot Prothese

„Bei diesem System besteht der Prothesenschaft aus Stahl und die Pfanne aus Polyäthylen. Schaft, Hals und Kopf sind fest miteinander verbunden. Drei verschiedene Größen stehen zur Wahl. Ähnlich der Aesculap-Prothese weist dieses Modell eine aus der Humanmedizin übernommene retinierende Pfanne auf“ (HOLZ 2002, S.19).

4.1.6 Heiland Oldag-Totalendoprothese

Bei den Prothesen handelt es sich um ein Festkopfsystem, das aus einem Kobalt-Chrom-Schaft und einer Polyäthylenpfanne besteht.

4.2 Zementfreie Hüftendoprothesen

Die zementfreien Hüftendoprothesen wurden im Vergleich zu der zementierten TEP, von einigen wenigen Chirurgen klinisch eingesetzt und beschrieben (TURNER et al. 1986, MONTGOMERY et al. 1992, SUMNER et al. 1992, SCHAWALDER et al. 1997, MONTAVON und TEPIC 2002, HACH 2007). Zahlreiche Komplikationen, die mit der Anwendung von PMMA verbunden waren, traten bei der zementfreien THR nicht auf. Bei den zementfreien Prothesen traten sowohl septische als auch aseptische Lockerungen zwischen Implantat und Knochen auf.

Bei den zementfreien Prothesen werden die künstliche Hüftpfanne und der Prothesenschaft mit dem Knochen verschraubt oder mit dem Knochen verkeilt. Zementfreie Implantate haben eine Oberflächenstruktur, die das Einwachsen des Knochens und somit eine Fixation von Knochen und Prothese ermöglichen (MARCELLIN-LITTLE et al. 2004). Hierzu ist eine genaue Vorbereitung des Implantatbettes notwendig. Die Fixation von Knochen und Prothese

sollte kontrolliert werden (POSS et al. 1988, ROTHMAN und COHN 1990, HOZACK et al. 1993).

Ziel einer zementfreien Hüftprothese ist es, Materialien zu verwenden, die der Elastizität des Knochens weitgehend entsprechen. Des Weiteren ist es ein Ziel, Prothesenschäfte zu implantieren, die optimal passen und dem physiologischen Spannungsmuster von Femur und Azetabulum entsprechen. Damit der Knochen in die Prothese einsprossen und dort anwachsen kann, ist eine knochenfreundliche Prothesenoberfläche nötig. Für eine zementlose Implantation sind die Oberflächen stets aufgeraut. Die dreidimensional offenzelligen Strukturen ermöglichen das Einwachsen des Knochens in die Endoprothesenoberfläche. Diese Prothesen sind im oberen Bereich mit einer dünnen Titanschicht bedampft und weisen zwischen 50 und 200 Mikrometer tiefe Poren auf, welche die Verträglichkeit verbessern sollen. Zusätzlich zur Bedampfung ist bei diesem Schaft eine hauchdünne Kalziumphosphatschicht aufgetragen. Da Kalziumphosphat auch im natürlichen Knochen vorhanden ist, wächst das neugebildete Knochengewebe besonders schnell in die Oberfläche der Prothesen ein. Im Einwachsen von Knochengewebe und dem Vermeiden zementbedingter Komplikationen liegen die Vorteile der Fixation von zementfreien Hüftprothesen. Ein weiterer Vorteil zementfreier Prothesen liegt darin, dass es nicht zur sogenannten Teilchenkrankheit (siehe Punkt 6.3.1.) kommen kann und somit nicht zur aseptischen Lockerung zwischen Zement und Prothese (MONTGOMERY et al. 1992).

Humanstudien unzementierter stabilisierter Prothesen zeigten, dass, wenn die Prothesenkomponenten von komplettem Knochen eingewachsen sind, langfristig die Komplikationsrate signifikant reduziert ist. Zudem konnte kein Verlust der Fixierung auf der Knochen-Implantat-Schnittstelle gezeigt werden (ENGH et al. 1990). Allerdings sind nicht alle unzementierten Implantate einer vollständigen knöchernen Integration unterzogen und nicht zementierte Prothesen sind nach wie vor anfällig für aseptische Lockerungen (IWATA et al. 2008).

4.2.1 PCA-Prothese

Eine der ersten verwendeten unzementierten Prothesensysteme war das Canine PCA - System (Canine Porous Coated Anatomic-System) (DEYOUNG et al. 1992, SCHUTZER et al. 1995, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999) mit dem anatomischen Schaft, der der Geometrie des proximalen Femurs angepasst ist. Der Humanmediziner UNGETHÜM (1988) berichtete, dass

ein aufgerauter Anteil proximal am Schaft der Prothese zu einer besseren Verankerung von Spongiosa und Prothese führt. Durch die Entwicklung der PCA-Prothese (Howmedica PCA[®], Canine Total Hip System, Rutherford, New Jersey, USA) konnte somit das Risiko der Prothesenlockerung reduziert werden (DE YOUNG et al. 1992). Diese Prothesen können nicht nur unzementiert, sondern auch zementiert verankert werden (DE YOUNG et al. 1992, DE YOUNG 2001).

Der Prothesenschaft besteht aus einer Kobalt-Chrom-Legierung und ist in vier unterschiedlichen Größen erhältlich. Die Pfanne ist außen mit Metall und innen mit Polyäthylen beschichtet.

Laut SCHILLER et al. (1993) sollte das Einwachsen des Knochens in die PCA-Prothese nicht zu früh beurteilt werden. Die Ergebnisse ihrer Studie zeigten, dass dieser Prozess bis zu 12 Monate dauern kann. Die durchschnittliche Dauer, bis eine stabile Verbindung zwischen Kortikalis und der Prothese erreicht war, betrug nach sechs Monaten 12 %, nach 12 und 24 Monaten 24%.

MARCELLIN-LITTLE et al. (1997) berichteten über die erfolgreiche langfristige Fixierung der zementlosen azetabulären Pfanne und des zementlosen femoralen Schafts beim Hund. Im Falle aseptischer oder septischer Komplikationen führten MASSAT et al. (1998) eine Explantation aller Implantate durch. Die Patienten waren danach schmerzfrei.

4.2.2 KYON-Prothese

Die Züricher zementlose Hüftprothese (KYON[®], Zurich cementless canine total hip replacement system) wurde seit 1993 von MONTAVON und TEPIC an der Universität Zürich entwickelt, klinisch getestet und auf den Markt gebracht (BLEYAERT 2003, SWAINSON 2003). Sie passt sich dem Entwicklungsstadium und der Knochenremodellation von wachsenden Hunden an und kann deswegen auch bei jugendlichen Hunden implantiert werden.

Die Prothese besteht aus Titan, was den Vorteil hat, dass weniger Knochenreaktionen entstehen und dass das Knochenwachstum gefördert wird (MONTAVON und TEPIC 2006).

Die Prothese wird intraoperativ so positioniert, dass der Femurschaft an der medialen Wand des proximalen Femurs fixiert werden kann. Um den Schaft mit Schrauben befestigen zu

können, werden lateral Bohrlöcher angebracht und die Schrauben monokortikal verankert. Auf diese Weise wird der Schaft nach medial verlagert (TEPIC und MONTAVON 2004).

Die polyethylenbeschichtete Titanpfanne wird mit einer Schraube nach maßgenauer Anpassung und Ausrichtung fixiert (SWAINSON 2003).

4.2.3 HELICA-Hüftendoprothese

Die HELICA-Schraubenprothese für Hunde wurde von HACH aus der Tierärztlichen Klinik für Kleintiere in Frankfurt in Zusammenarbeit mit der Firma INNOPLANT in Hannover entwickelt (HACH 2007). Durch ein selbstschneidendes Gewinde erfolgt im Knochen die Verankerung der beiden Prothesenanteile Schaft und Pfanne. Die Titanoberfläche der Prothese soll eine optimale Voraussetzung für eine schnelle Stabilisierung und Osteointegration der Implantate bieten.

HELICA-Endoprothesen sollen folgende Vorteile aufweisen:

- verkürzte Operationsdauer
- geringe Knochenresektion
- kraftkontrollierte Implantation durch Eindrehen
- einfache Revision bei Komplikationen
- Osteointegration durch raue Titanoberfläche

4.3 Die Hybridprothese

Die Pfannenlockerung zementierter Prothesen führte zur Einführung der sogenannten Hybrid-Endoprothese (HARRIS und MALONEY 1989). Diese Prothesen stellen eine Kombination einer zementierten und zementfreien Prothese dar. Der Schaft wird mit dem Knochenzement verankert, während die Gelenkpfanne zementfrei befestigt wird. Die Hybridprothesen nutzen so den Vorteil des Knochenzements, dieser besteht in der Verankerung des Prothesenschafts

im Oberschenkel. Die äußere tragende Schicht der Pfanne besteht aus Titan, das hingegen in den Knochen einwachsen muss.

Im Tiermodell konnten TOOKE et al. (1988) aufzeigen, dass Schraubpfannen bereits nach zwei bis sechs Monaten charakteristisch höhere Lockerungsraten zeigen als Press-Fit-Pfannen. Bei starker Belastung kommt es zu einem frühzeitigen Versagen der Prothese, da nur eine kleine Kontaktzone zwischen Prothese und Knochen besteht (SCHIMMEL und HUISKES 1988). Der ständige Druck der Press-Fit-Pfannen auf den Knochen führt zu einer stabilen Integration des Implantats im Implantatlager. Durch die größere Kontaktfläche kann außerdem eine bessere Kraftübertragung erreicht werden als mit einer Schraubpfanne.

5 Knochenzement

In der Orthopädie wird Zement als sogenannter Knochenzement zur Fixierung von Gelenkimplantaten wie dem künstlichen Hüft- oder Kniegelenk, verwendet (THULL 1999). Knochenzement wird implantiert, um eine frühzeitige Stabilität erreichen zu können und gleichmäßigere Kräfte über die Prothese-Knochen-Grenze verteilen zu können (HABOUSH 1953, CHARNLEY 1969-1974). Sie füllen den Zwischenraum zwischen Knochen und Prothese aus. Die Verbindungen zwischen Knochen und Zement sowie zwischen Zement und Prothese sind rein mechanisch (AHMED und MILLER 1984). Erstmals verankerte CHARNLEY (1960) eine Endoprothese beim Menschen mithilfe von Knochenzement. Heutige Knochenzemente werden von verschiedenen Firmen entwickelt, zum Beispiel CMV[®], Refobacin-Palacos[®] (Fa. Merck, Darmstadt) oder Sulfix[®] (Fa. AlloPro GmbH, Gelsenkirchen).

Das Monomer Methylacrylsäure (MMA) ist mit den entsprechenden Zusätzen zurzeit der am häufigsten eingesetzte Knochenzement. Durch eine chemische Reaktion entsteht aus der Methylacrylsäure (MMA) unter basischem Einfluss PMMA (Polymethylmethacrylat). Dieser härtet durch eine radikalische Polymerisation (unter Wärmeentwicklung) aus und bietet damit die gewünschte Stabilität (MÜLLER 1995).

Der Zusatz eines Antibiotikums zum Knochenzement wurde erstmals von BUCHHOLZ und ENGELBRECHT (1970) Ende der 60er Jahre angewendet. Das Antibiotikum dient als

Prophylaxe und wird bei Infektionen der Gelenkplastik therapeutischen genutzt (KÜHN und PFEFFERLE 1998).

Verwendung finden Gentamicin sowie die Kombination Clindamycin und Gentamicin. Refobacin-Palacos®-Knochenzement ist ein Klassiker innerhalb der PMMA-Knochenersatzmaterialien und wird häufig in der traumatologischen und orthopädischen Chirurgie verwendet. Eine weitere Eigenschaft des Knochenzements ist die spezifische Röntgendurchlässigkeit, die durch das Einfügen von anorganischen, röntgenopaken Materialien erreicht wird. Hierdurch ergeben sich nach der Auffassung von HAUSTING (2007) folgende Nachteile gegenüber konventionellen Knochenzementen: Die radikalische Polymerisation führt während der Abbindereaktion zu einem Temperaturanstieg von bis zu 70°C. Durch den Gehalt eines toxischen Restmonomers können im benachbarten Gewebe Nekrosen und Entzündungsreaktionen entstehen. Die Schrumpfspannung der Polymerisation und Rissbildung kann zum Verlust der Verbindung zwischen Knochen und Implantat führen. Die durch die Wasseraufnahme bedingte Quellung kann die mechanischen Eigenschaften des Materials erheblich verändern. Verarbeitungszeiten von nur fünf Minuten ergeben für den Operateur Schwierigkeiten bei der korrekten Applikation des Materials. Knochenzement unterliegt einem Alterungsprozess, was im Laufe der Zeit zu Implantatlockerungen führen kann (ROTHMAN und COHN 1990, HOZACK et al. 1993).

6 Komplikationen

Trotz hoher Erfolgsrate bei Mensch und Hund können Komplikationen, beispielweise Luxationen, septische und aseptische Lockerungen (HARRIS et al. 1982, STAUFFER 1982), Femurfrakturen, Neurapraxie des N. ischiadicus, Prothesenbruch, ektopische Ossifikation, Thromboembolie (OLMSTEAD 1987-1995, MONTGOMERY et al. 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, DYCE et al. 2000, PALMISANO et al. 2003) und andere wie Luxatio patellae, Knochenmarksinfarkt, Granulome, Pfannenmigration (SEBESTYEN et al. 2000, LEE und KAPATKIN 2002, HUNTER et al. 2003, LISKA 2000- 2004, BERGH et al. 2006, NELSON et al. 2007, ANDREWS et al. 2008) entstehen.

Komplikationen treten vorwiegend in den ersten eineinhalb Jahren postoperativ auf (OLMSTEAD 1987).

Die Komplikationsrate lag sechs Jahre postoperativ bei zementierten Prothesen zwischen 7 und 22% und bei zementlosen Prothesen bei 13% (MONTGOMERY et al. 1992, OLMSTEAD 1995, EDWARDS et al. 1997, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999).

- **Faktoren für Komplikation, die im Zusammenhang mit der chirurgischen Technik zu sehen sind:**

Dicke des Zementmantels, Zementiertechnik, Implantatform, Grösse und Position des Implantats, sowie der Implantat-Knochen-Kontakt (EDWARDS et al. 1997, LISKÁ 2004, BERGH et al. 2006).

- **Faktoren, die im Zusammenhang mit dem Patienten stehen:**

Ungenügende Ruhighaltung, Überlastung des Implantats und präoperative Infektion an anderer Stelle im Körper (OLMSTEAD et al. 1983, BERGH et al. 2006).

Jeder operative Eingriff birgt Risiken in sich, wie beispielsweise Narkose, Thrombosen oder Embolien.

6.1 Intraoperative Komplikationen

Bei der Implantation einer Endoprothese muss es Ziel sein die Endoprothesenkomponenten, je nach Art der Fixierung (zementiert oder unzementiert), in der optimalen Position zu verankern. Hier kann als erste Komplikation die Fehlpositionierung von Pfanne oder Schaft erwähnt werden.

Durch mechanische Traumata können Folgeschäden an den Nerven (N. ischiadicus und N. femoralis) oder Gefäßen (A. und V. femoralis) auftreten.

6.1.1 N. ischiadicus Neurapraxie

Die N. ischiadicus Neurapraxie tritt relativ selten als Komplikation der Endoprothetik bei Mensch und Tier auf (DEHART und RILEY 1999, HURD et al. 2006). In 2,2- 9% der Fälle wurde diese Komplikation beobachtet (OLMSTEAD und HOHN 1980, OLMSTEAD et al. 1983, MATIS et al. 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, KOSFELD 1996, GERVERS 1998, HOLZ 2002, ANDREWS et al. 2008).

Zu den möglichen Ursachen der N. ischiadicus Neurapraxie beim Hund nach Totalendoprothese gehören direkte oder indirekte mechanische Einschnitte oder eine Kompression des Nervs (z.B. einen Retraktor oder andere chirurgische Instrumente, die die Gefäßmuskeln dorsal und kaudal zu spreizen), Quetschung oder Überdehnung des Nervs (MATIS et al. 1992) oder eine mit der exothermen Reaktion von PMMA verbundene thermische Verletzung (während des Polymerisationsvorgangs des Knochenzements) (JACOBSON und SCHRADER 1987, BIRCH et al. 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, DEHART und RILEY 1999, ANDREWS et al. 2008).

Klinische Zeichen der N. ischiadicus Neurapraxie sind verringerte Propriozeption mit reduzierter Möglichkeit, die Zehen zu strecken und das Tarsalgelenk beim Flexorreflex zu beugen (OLIVER et al. 1997).

Bei den Hunden trat eine vollständige Erholung nach der N. ischiadicus Neurapraxie nach 3-6 Wochen auf (OLMSTEAD et al. 1983) oder die Beschwerden dauerten bis zu 15 Wochen an (MASSAT und VASSEUR 1994). Der Zeitraum für eine vollständige Erholung der geschädigten Nerven nach Hüftgelenkersatz ist sehr variabel (ANDREWS et al. 2008).

6.1.2 Fissuren/ Frakturen

Am Femur können beim Einschlagen der Prothese nicht nur Schaftfrakturen, sondern auch Perforationen des Schafts durch Instrumente auftreten. Häufig entstehen die Fissuren während der Implantation und können mittels Cerclagen oder Plattenosteosynthese versorgt werden, die meist befriedigend heilen (OLMSTEAD und HOHN 1980, OLMSTEAD et al. 1983, BARDET und LETAURNEL 1995, KOSFELD 1996, LISKA 2001, LISKA 2004). Desweiteren können Fissuren durch den Femoral- Medullar -Kanal zu Reibungen führen, die unerkannt bleiben können (LISKA 2004). Femurfissuren treten von 2-6% bei zementierten (DEYOUNG et al. 1992, LISKA 2004) und 3-28% bei unzementierten Prothesen (SCHUTZER et al. 1995) auf.

6.1.3. Lungenembolie

Bei der Verankerung der zementierten Prothese kann es zu kardiovaskulären Störungen kommen, die beim Einschlagen der Prothesen auftreten und auf Mikroembolien (Fettembolien) oder auf toxische Reaktionen der Monomere des Methacrylats zurückzuführen sind. Dies führt zu einer deutlichen Verringerung des end-expiratorischen Kohlendioxidpartialdrucks (PETCO₂), des systolischen arteriellen Blutdrucks (mmHg) und des invasiven Herzschlagvolumens (ml/Beat/m²). Auch wurde eine signifikante Zunahme des pulmonalen Gefäßwiderstands (Dyn/sec/cm⁵) sofort nach dem Einlegen der Schaftprothesen (GANTKE et al. 2000, LISKA und POTEET 2003) beobachtet.

Eine Protheseninsertion ist mit einer Erhöhung des intramedullären Druckes verbunden. Dieser Druck führt zum Eindringen von Knochenmarkinhalt bzw. Luft, Fett oder Zementmaterial in die venöse Zirkulation und somit schließlich in die rechte Seite des Herzes und der Lunge (PITTO et al. 1998, GANTKE et al. 2000, LISKA und POTEET 2003). Die Lungenembolie ist eine mögliche Todesursache, die bei Hunden in Verbindung mit dem Einsetzen der Hüftgelenksprothese beobachtet wurde (OTTO und MATIS 1994, McLAUGHLIN et al. 1997).

Zu den prophylaktischen Maßnahmen gehören sorgfältige, reichhaltige und schlagartige Lavagen der Knochen-Zement –Schnittstelle, um thromboembolische Substrate zu entfernen (SHERMAN et al. 1983, BYRICK et al. 1988, REINDL und MATIS 1998). Plastikkatheter werden in die distale Femur-Markraum-Höhle eingeführt (OTTO und MATIS 1994). Auch intraoperative und postoperative Flüssigkeitstherapien zur Aufrechterhaltung der Normovolämie dienen der Minimierung der Auswirkungen der Embolie auf die kurzfristige kardiopulmonale Depressionen (REINDL und MATIS 1998).

LISKA und POTEET (2003) konnten Embolien bei 28 Hunden nachweisen, indem sie 48 Stunden postoperativ Szintigraphien mit ^{99m}Tc-Maa (mit ^{99m}Tc markiertes makroaggregiertes Albumin) durchführten. Auch thorakale Röntgenbilder wurden sofort nach der Operation und unmittelbar nach der Vervollständigung der Szintigraphie angefertigt. Bei 12 weiteren Hunden wurde eine intraoperative Ultraschalluntersuchung (intracostal oder transesophageal) vorgenommen. Dabei wurden das rechte Atrium, der Ventrikel und der pulmonale Ausflusstrakt fünf bis acht Minuten nach Einsetzen des Femurschafts in den Medullärkanälen beobachtet. Es wurden radiologisch keine pulmonalen Anomalien festgestellt. Segmentär und subsegmentär traten bei 23 Hunden (82%) Perfusionsmängel ein,

wobei keine prädisponierte Lokalisation der unterschiedlichen Lobi ausgemacht werden konnte.

Bei einer sonographischen Studie mit acht Hunden traten bei vier Hunden variabel große Embolien auf, bei zwei Hunden traten Blasen auf und bei weiteren zwei Hunden wurde keine Embolie beobachtet. Die Embolien entstanden innerhalb von 10 Sekunden nach Implantation des Femurschafts und dauerten weniger als eine Minute an. Pneumoembolien blieben im rechten Atrium für mehr als acht Minuten, bevor sie sich weiterbewegten.

BYRICK et al. (1994) berichteten, dass die pulmonale Gefäßmasse, die durch Fettembolien verstopft war, sich von 12,8 Mikron eine Minute nach dem Zementieren auf etwa fünf Mikron 120 Minuten nach der Zementierung verringerte. Radioaktiv markierte Mikrokugeln (15 Mikrometer Durchmesser) erreichten die systemische Zirkulation nicht. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Zusammensetzung oder Verformbarkeit des thromboembolischen Materials, wie Fett, die Filterkapazität der Lunge beeinflusst. Abhängig von ihrer Größe gelangten diese in die Kapillaren, kleine Adern oder Arterien; wodurch der alveoläre Gasaustausch gefährdet wird (GANTKE et al. 2000). Die pulmonalen Veränderungen treten typischerweise subklinisch bei gesunden Patienten mit einer guten kardiopulmonalen Funktion auf. Die Lungenembolie kann bei Hunden mit einer schlechten kardiopulmonalen Funktion lebensbedrohlich sein. In der Literatur wurde eine relativ geringe Anzahl an Erkrankungen oder gar Todesfällen aufgrund einer Lungenembolie nach einer Totalendoprothese beschrieben (REINDL und MATIS 1998, LISKA und POTEET 2003).

Die Verwendung von zementfreien Schaftprothesen reduziert das Risiko einer Embolie (ORSINI et al. 1987, NOLAN 1994), jedoch ist die Prävalenz von Fett- und Knochenmarkembolien in zementierten und zementfreien Prothesen ähnlich hoch, wie eine Humanmedizinische Studie zeigte (KIM et al. 2002). ARROYO et al. (1994) und PITTO et al. (1998) berichteten von tödlichen Fettembolien nach zementfreier Hüftarthroplastik in der Humanmedizin.

In einer Auswertung von 11 Hunden (TIDWELL et al. 2007) wurde gezeigt, dass die Inzidenz einer pulmonalen Embolie als Komplikation der Hüftendoprothese niedriger ist, wenn eine nicht zementierte Prothese verwendet wird. In dieser Studie wurden Züricher zementlose Hüftprothesen verwendet, die im Gegensatz zu anderen zementfreien Prothesen nicht den femoralen Kanal füllen. Aus diesem tritt während der Implantation keine Steigerung des Druckes im femoralen intramedullären Kanal auf.

6.2 Postoperative Komplikationen

6.2.1 Infektion

Frühe postoperative Infektionen, die DYCE und OLMSTEAD (2002) als Typ I klassifizierten, beinhalten Wundheilungsstörungen mit eitrigem Ausfluss, wobei dies ein Anzeichen für eine systemische Infektion sein kann.

Frühinfektionen entstehen aufgrund einer intraoperativen Kontamination des Operationsfelds und können bereits nach wenigen Tagen zu Symptomen führen. Deswegen müssen, wie bei allen Knochenoperationen, im Operationssaal und beim Operationsteam besonders strenge Hygienevorschriften gelten.

6.2.2 Frakturen

Postoperative Frakturen können auch in der Frühphase auftreten. MATIS et al. (1995) veröffentlichten dass der Femur durch das Ausraspeln oder die Perforation der Kompakta beim Aufbohren vorgeschädigt werden können.

6.2.3 Luxation

Die korrekte Positionierung von Schaft und Pfanne ist für eine gute Prothesenstabilität unabdingbar (DYCE et al. 2000). Eine falsche Lokalisierung der Azetabular- und Femoralkomponenten führt zum Mechanismus der Dislokation (OLMSTEAD et al. 1983, EDWARDS et al. 1997, SCHULZ et al. 2000).

Die Luxation ist beim Hund eine der häufigsten Komplikationen der Prothetik. Sie kann im Zusammenhang mit einer fehlerhaften Positionierung von Schaft und Pfanne auftreten (KONDE et al. 1982, SCHULZ et al. 1998, DYCE et al. 2000, CROSS et al. 2000). Die Luxation des Prothesenkopfs tritt meist innerhalb der ersten vier Wochen postoperativ auf. Deshalb muss die Bewegung des Hundes im frühen postoperativen Zeitraum konsequent eingeschränkt werden.

Die Luxation war die häufigste Komplikation bei Festkopfsystemprothesen (Canine Richards II, Richards Medical Company, Memphis, TN) mit einer Inzidenz von 17% während der ersten 5 Jahre und 3% im Laufe der folgenden drei Jahre (OLMSTEAD 1987). In früheren Studien wurde beschrieben, dass die Inzidenz von Luxationen für Zement-Modularsystem - Implantaten zwischen 1 und 8.5% liegt (PAUL und BARGAR 1987, MASSAT und VASSEUR 1994). DYCE et al. (2000) berichteten dagegen, dass die Inzidenz der postoperativen Luxation 4,7% beträgt. Darüber hinaus betrug die Luxationsinzidenz von veralteten zementfreien Press-fit- Prothesen (PCA, Howmedica, Rutherford, NJ) 5 - 10% (DE YOUNG und SCHILLER 1992, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999).

In der Humanmedizin wurde die Inzidenz von Luxationen mit 2-3% angegeben, gleichzeitig wurde von einer guten Erholungsrate der Patienten berichtet (FACKLER und POSS 1980, ALI KHAN et al. 1981). Die wichtigsten Risikofaktoren für eine Luxation sind azetabuläre Fehlstellungen, unzureichende Weichteilspannungen und ein einsinkender Femurschaft (ALI KHAN et al. 1981, MCCOLLUM und GRAY 1990, MORREY 1997).

Laut DYCE et al. (2000) ist der Winkel der lateralen Öffnung der Pfanne einer der wichtigsten Risikofaktoren für die Entwicklung der postoperativen dorsalen Luxationen. Sie deuteten an, dass die Prothesenluxation im Wesentlichen von den Fähigkeiten der Chirurgen abhängig ist. Es wurde empfohlen, dass Pfannenimplantat in einem Winkel von 35 bis 45° in die seitlichen Öffnung einzufügen. In dieser Studie wurde die Halslänge als weniger wichtiger Faktor hinsichtlich der Luxationshäufigkeit betrachtet. Obwohl ventrale Luxationen zuvor bereits beschrieben wurden (KONDE et al. 1982, THACHER und SCHRADER 1985), wurden sie in dieser Studie nicht weiter erwähnt.

CROSS et al. (2000) versuchten einen Zusammenhang zwischen dem Inklinationswinkel (IA) und dem Anteversionswinkel des Pfannenimplantats zementierter Prothesen herzustellen. Die Ergebnisse zeigten, dass beide Winkel nicht mit der Entstehung von Luxationen im Zusammenhang stehen. MASSAT et al. (1998) und DYCE et al. (2001) berichteten ebenfalls von kraniodorsalen und ventrokaudalen Luxationen. BISTRITSCHAN et al. (2003) beschrieben vier Luxationsfälle des Menschen, in denen der Inklinationswinkel außerhalb des empfohlenen Bereichs lag. Eine Schaftfissur mit Einsinken des Schafts als Ursache vermutet.

NELSON et al. (2007) hatten das Ziel, den bisher noch nicht berechneten Risikofaktor von ventralen Luxationen bei modular- zementierten (CFX) und zementlosen (BFX) Prothesen aufzuzeigen, sowie die Therapie und Ergebnisse zu beschreiben. Bei allen Hunden war ein

erhöhter Winkel der lateralen Öffnung der Pfanne und oder eine kurze Halslänge der Prothese Risikofaktor für eine ventrale Luxation. Bernhardiner waren prädisponiert, eine ventrale Luxation zu entwickeln.

Angesichts fehlender Informationen über Knochenaugmentationen bei periprothetischen Frakturen nach Totalendoprothese beim Hund berichteten TORRES et al. (2009) von multiplen, periprothetischen Azetabulumfrakturen in Verbindung mit Luxationskomponenten nach zementloser Totalendoprothese (BFX[®] Serie Hüftprothese; BioMedtrix Inc., Boonton, NJ).

Zahlreiche verschiedener Behandlungen werden für Prothesenluxationen beschrieben: geschlossene Reposition und Anlegen einer Ehmerschlinge, offene Reposition und Kapsulorrhaphie (Gelenkkapselwiederherstellung), Änderung der Pfannenposition (direkt oder mit Triple Osteotomie) und Explantation der Prothese (OLMSTEAD et al. 1983, MASSAT und VASSEUR 1994, DYCE et al. 2000). Die geschlossene Reposition birgt ein höheres Reluxationsrisiko. Aus diesem Grund haben OLMSTEAD et al. (1983) empfohlen, eine offene Reposition des Kopfes vorzunehmen.

Für die chirurgische Versorgung chronischer Luxationen des Hüftkopfs wurden Schnapppfannen entwickelt. Bei diesen Pfannen ist der Pfannenrand verengt, sodass der Prothesenkopf gewissermaßen in die Pfanne einrastet. Die Verwendung eines Schnappmechanismus (Oberschenkelkopf und -pfanne schnappen wie ein Druckknopf ineinander) des Pfanneneinsatzes zur Stabilisierung des Kugelkopfes stellt eine Möglichkeit zur Vermeidung rezidivierender Luxationen dar. Es gibt einige Modelle, die über diesen Mechanismus verfügen, z.B. die Prothese nach Pérot (Matériel Pérot, Fa. OTI, USA), das Modell Aesculap (Fa. Aesculap, Tuttlingen) und die Oldag-Totalendoprothese (Fa. Heiland unter neuem Namen HENRY SCHEIN[®], Hamburg).

6.3 Spätkomplikationen

6.3.1 Aseptische Prothesenlockerung

Die aseptische Lockerung ist die am häufigsten vorkommende Komplikation nach einer Hüftgelenkprothetik bei Hunden und Menschen (HARRIS et al. 1982, JONES et al. 1992, MALONEY et al. 1995, EDWARDS et al. 1997, BERGH et al. 2004, SKURLA et al. 2005).

Die genaue Prävalenz ist schwer zu ermitteln, da es nicht immer klinisch ersichtlich und nicht immer eine Revisionschirurgie erforderlich ist (BERGH et al. 2004, FRANKEL et al. 2004).

Die aseptische Lockerung entsteht durch unterschiedliche Mechanismen. Eine Ursache liegt in der Prothese selbst. Wenn es aufgrund ungenügender Primärstabilität des Implantats nicht zu einer ausreichenden Osteointegration der Prothese und damit zu Mikrobewegungen des Implantats kommt (KARRHOLM et al. 1994), führt dies zur Lockerung. Ziel ist die stabile und dauerhafte Integration des Implantats in das knöcherne Lager. Die bestmögliche Verbindung zwischen dem Knochen und dem implantierten Fremdkörper nennt man Osseointegration. ALBREKTSSON und JOHANSSON (2001) unterteilen die Implantateinheilung in drei Phasen: Osteoinduktion, Osteokonduktion und Osseointegration.

- Osteoinduktion: Knochenneubildung durch Differenzierung von osteogenen Zellen aus niedriger differenzierten Vorläuferzellen.
- Osteokonduktion: die Zellverteilung und das Knochenwachstum auf der Implantatoberfläche.
- Osseointegration: Knöcherner Heilungsprozess, bei dem die Knochenzellen (Osteoblasten) direkt an das Implantat heranwachsen und eine feste Anheftung an der Implantatoberfläche schaffen. Diese Definition entspringt den lateinischen Worten für „Knochen“ (Os) und „einbinden“ (integrare). Die Osseointegration sichert einen dauerhaften, festen Halt des Implantats im Knochen. Die Osseointegration ist u.a. abhängig von den biologischen Eigenschaften des Knochens, dem Material und der Implantatoberfläche sowie der Primärstabilität eines Implantats.

Wenn es zum Versagen der Osseointegration kommt, so ist die Lockerung des Implantats die Folge. Falls diese Lockerung sich ohne die Beteiligung von Mikroorganismen entwickelt, spricht man von einer aseptischen Lockerung. Es handelt sich dabei um ein von vielen Faktoren beeinflusstes Geschehen, ohne vollständig bekannte Details.

Der um das Implantat stattfindende Knochenabbau wird vermutlich immunologisch und mechanisch herbeigeführt (JACOBS et al. 2001). Anfänglich ging man davon aus, dass die aseptische Lockerung nur im Zusammenhang mit PMMA-Trümmern zu sehen war, sodass der Prozess (fälschlicherweise) Zement-Krankheit genannt wurde (McLAUGHLIN et al. 1976, LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1983, JASTY et al. 1986). Um dieses Problem zu lösen, wurde die zementlose Totalprothesenfixation entwickelt, um die

Verwendung von Knochenzement zu vermeiden. Dennoch kam es, trotz der Beseitigung von PMMA aus der periprosthetischen Umwelt, weiterhin zu aseptischen Lockerungen (JASTY et al. 1994, SMITH und HARRIS 1995).

Andere Autoren beschreiben, dass die aseptische Lockerung mit der Produktion von Abriebpartikeln verbunden ist und die anschließende Gelenkentzündung zu einem vorzeitigen Ausfall führt (HARRIS und MALLONEY 1989, GLANT et al. 1993, SHANBHAG und JACOBS 1994, GELB et al. 1994, SMITH und HARRIS 1995, AMSTUTZ et al. 1996, BERGH et al. 2004). EDWARDS et al. (1997) postuliert, dass die aseptische Lockerung beim Hund durch die Erzeugung von Abrieb entstehen kann. Diese Behauptung wurde auf Grundlage histologischer Untersuchungen der Synovialis gemacht, die aus drei betroffenen Hunden entnommen wurden, wobei das gewonnene Material nicht weiter charakterisiert wurde.

Der Begriff „Teilchenkrankheit“ definiert die durch Abriebpartikel eines künstlichen Gelenks verursachte Erkrankung. Durch die Artikulation der Grenzflächen entstehen mikroskopisch kleine Abriebpartikel. Diese Abriebpartikel des Implantats (aus Polyethylen, Keramik, Metall oder Zement (je nach Prothesentyp) und die daraus resultierende Entzündung spielen eine entscheidende Rolle (BAUER 2002). Die Abriebpartikel werden phagozytiert, können jedoch von Makrophagen nicht abgebaut werden. (HOWIE 1990, WITT und SWANN 1991). Infolge dieser Immunreaktion werden Mediatoren ausgeschüttet, die letztendlich, entsprechend einer Entzündungsreaktion, zur Osteolyse um das Implantat führen (MOHANTY 1996, ROGERS et al. 1997). Bei der histologischen Untersuchung finden sich typische Veränderungen, insbesondere bindegewebige Membranen mit feinen Abriebpartikeln (PAP et al. 2003). In dieser Membran lassen sich eine Reihe von Zellen (Histiozyten, Endothelzellen und Fibroblasten) nachweisen (REVELL et al. 1997). Die von diesen Zellen produzierten Mediatoren und Enzyme (Cytokine Interleukin 1 (IL-1), Interleukin 6 (IL-6), IL-10, Tumornekrosefaktor (TNF) Alpha und Beta, Matrixmetallproteinase (MMP), Kollagenase und Stromelysin) aktivieren die Osteoklasten und vermitteln so den Knochenabbau (SANTAVIRTA et al. 1990, JASTY et al. 1994).

Eine Korrelation zwischen der Implantatinstabilität, dem röntgenologischen Zeichen der Lockerung, dem histologischen Nachweis von Partikelabrieb und fibröser Membranbildung am Zement- Knochen-Übergang wurde bei Hunden mit lockeren Implantaten dokumentiert (BERGH et al. 2004, BERGH et al. 2006).

Die Trümmer der PMMA können auch zwischen der reibungsarmen Polyethylen-Pfanne und dem femoralen Kopf wandern und zu einem Abrieb und der Herstellung von Polyethylen-Partikeln führen. Dieser Prozess wird Drei-Körper-Verschleiß genannt (JASTY et al. 1986, McKELLOP et al. 1995, PALMISANO et al. 2003, SKURLA und JAMES 2005). Verschleißprodukte können jedoch, abhängig von der Materialart und Faktoren, wie Anzahl und Größe der Abriebpartikel, sowie ihrem biologischen Verhalten im Körper, eine aseptische Lockerung auslösen. Einfluss auf die Abriebmenge haben das Aktivitätsniveau des Patienten, die Materialeigenschaften der Gleitpaarung, der Durchmesser der Gleitpaarung, die Rauigkeit der Gleitpaarungsoberfläche und der Drei-Körper-Verschleiß.

Nachdem erste Versuche mit Teflon versagt hatten, wurde erstmals 1962 von J. CHARNLEY Polyethylen als Gleitpartner eingesetzt (der große Abrieb führte zu Revisionsraten von 90% nach nur drei Jahren). Die Tribologie von MOP (Metall on Polyethylene) ist mehrfach untersucht worden und dementsprechend gut bekannt. Oberflächenverschleiß von Polyethylen ist als Folge der Metall-Polyethylen Totalendoprothese unvermeidlich. Während eines Gangbilds werden durch Verschleißerscheinungen am Pfannenimplantat beim Menschen ca. 500.000 Abriebpartikel freigesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Mensch pro Jahr ca. 1 Million Gangzyklen absolviert (McKELLOP et al. 1995). In-vitro-Versuche beim Hund haben gezeigt, dass Implantate, die längerfristig liegen, mehr Verschleißerscheinungen zeigen und damit verbunden mehr Abriebpartikel produzieren (OTA et al. 2005). Damit steigt das Risiko einer aseptischen Prothesenlockerung.

EDWARDS et al. (1997), EL-WARRAK et al. (2001), OTA et al. (2005), BUCKWALTER et al. (2006) stellen fest, dass mit der Verweildauer der Prothese auch aseptische Lockerungsprozesse voranschreiten. Diese können radiologisch beobachtet und kontrolliert werden. Aus diesem Grund werden regelmäßige klinische und radiologische Kontrolluntersuchungen empfohlen, um eine aseptische Lockerung der Prothese möglichst frühzeitig zu diagnostizieren (EDWARDS et al. 1997, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999, PALMISANO et al. 2003, BERGH et al. 2006, BUCKWALTER et al. 2006).

Bis Biomaterialien mit überlegenem Verschleißwiderstand die aktuelle Polyethylenauflageflächen ersetzen, ist eine aseptischen Lockerung wahrscheinlich nach wie vor die Hauptursache des langfristigen Ausfalls des Hüftimplantats und liegt bei 2,1 bis 7,2% der Hunde mit Hüftgelenkendoprothesen (LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1981, PARKER et al. 1984, PAUL und BARGAR 1987, MASSAT und VASSEUR 1994, OLMSTEAD 1995,

KOSFELD 1996, EDWARDS et al. 1997, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999, HOLZ 2002, OTA et al. 2005, BERGH et al. 2006).

Mehrere Studien berichten, dass das Schaftimplantat nicht in Kontakt mit der endostealen Oberfläche stehen sollte und dass ein symmetrischer Zementmantel um den Schaft optimal sei (MASSAT und VASSEUR 1994, EDWARDS et al. 1997, ESTOK et al. 1997, SCHULZ et al. 2000). Der Kontakt zwischen der distalen Spitze des Schaftes und der endostealen Oberfläche ist mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer aseptischen Lockerung verbunden (EDWARDS et al. 1997).

Durch die enormen Kräfte an der Grenzfläche zwischen Implantat und Knochen spielen mechanische Faktoren bei der Lockerung einer Prothese eine Rolle. Die resultierenden Relativbewegungen können die feinen Knochenstrukturen zerrütten, welche im Sinne einer Materialermüdung zerbrochen werden. Dieser Ort verminderter Knochendichte führt zu einer nachlassenden Belastbarkeit und zum Auslockern oder gar zum Ausbrechen des Implantats.

Bei der Endoprothesenlockerung sind die Beschwerden des Patienten und die fortschreitende Knochenresorption wesentliche Gesichtspunkte für einen infrage kommenden Endoprothesenwechsel. Bei einem frühzeitigen Endoprothesenwechsel existieren noch akzeptable Knochensubstanzverhältnisse, bei einem späteren Eingriff erschwert ein deutlicher Verlust von Knochensubstanz die Verankerung von Revisionsimplantaten (HARRIS et al. 1982, LORENZI et al. 1985, GLANT et al. 1993, SHANBHAG und JACOBS 1994, ELKE 2001).

Aseptische Lockerungen mit daraus resultierendem Ausfall der Implantat-Zement oder Zement-Knochen Grenze, erfordern die Entfernung der Implantate oder eine Revisionsoperation (STAUFFER 1982, EDWARDS et al. 1997). Aufgrund einer höheren Lockerungsinzidenz bei Revisionsoperationen raten BARDET (2001), MATIS (2001) und OLMSTEAD (2001) zur Explantation der Implantate (HOLZ 2002).

Obwohl viele Patienten mit einer Totalendoprothese bilaterale Koxarthrosen ausbilden, scheint eine einseitige Behandlung postoperativ im Vergleich zu präoperativen Werten, eine ausreichende Funktion mit verhältnismäßig größerer Gewichtsumlagerung auf den implantierten Teil zu bieten. (MASSAT und VASSEUR 1994, BUDSBERG et al. 1996, SKURLA et al. 2005, BERGH et al. 2006). Allerdings kann dies zu einer erhöhten Belastung und zum vorzeitigen mechanischen Versagen des Implantats führen.

Postmortale Studien haben gezeigt, dass die bilateralen Implantate biomechanisch deutlich stabiler waren und eine geringere Inzidenz von aseptischer Lockerung im Vergleich zu einseitigen Implantate hatten (SKURLA und JAMES 2005, SKURLA et al. 2005). Es scheint, dass die Lastverteilung zwischen zwei Beinen weniger Verschleiß der einzelnen Komponenten zur Folge hat und mehr Widerstand gegen die aseptische Lockerung bietet.

Die Zementiertechnik ist für die Platzierung des Implantats von essentieller Bedeutung, um somit einen Zementmantel zu produzieren, der gleichmäßig dick verteilt und ohne Poren ist (EL-WARRAK et al. 2001).

Fortgeschrittene Zementiertechniken führen zu besseren Zementmänteln, die auf Einstufungen von unmittelbaren postoperativen Röntgenaufnahmen basieren. Dennoch lässt sich durch die Einstufung keine kurzzeitige aseptische Lockerung prognostizieren. Die Technik hat scheinbar das Eintreten einer kurzzeitigen aseptischen Lockerung des Schafts bei Hunden in der Studie von OTA et al. (2005) nicht beeinflusst. Hinsichtlich der aseptischen Lockerung der Schaftprothese lassen die Daten in dieser Studie nur darauf hindeuten, dass kurzzeitige (drei Monate- drei Jahre) Lockerungen nicht durch unmittelbar postoperative Röntgenauswertungen der Zementmäntel vorhergesehen werden können.

6.3.2 Septische Prothesenlockerung

Verschiedene Maßnahmen, wie beispielsweise die Einnahme von Antibiotika kurz vor und nach der Endoprothesenoperation, strenge Asepsis, Verwendung von antibiotikahaltigem Knochenzement, Wundkontrollen, perioperativer Infektionsprophylaxe um eine Verteilung der Erreger über die Blutbahn vorzubeugen (einige Zeit nach der Operation können Bakterien über den Blutweg die Endoprothese erreichen) haben die Inzidenz von Infektionen weitestgehend minimiert. Eine Infektion der Endoprothese stellt eine schwerwiegende Komplikation dar und führt zu einer septischen Lockerung der Prothesen (SCHNEIDER 1989, GRISTINA 1994).

Prädisponierende Faktoren für eine Infektion bei Hunden sind: Chirurgische Revisionen von Totalendoprothesen, Keimverschleppung aus entfernt liegenden Infektionsherden (z.B. Analbeutelentzündung, Otitis, Pyodermie, Infektionen des Urogenitaltrakts oder Zahnwurzelgranulom), Hüftgelenksinfektion vor der Operation, *Brucella- canis*- Infektion, verlängerte Operationszeit, Hämatome und ein unzureichender Wundverschluss

(OLMSTEAD et al. 1983, SMEAK et al. 1987, SPANGEHL et al. 1997, LEE und KAPATKIN 2002). Weitere in der Humanmedizin aufgeführte Gründe sind Luft und Kontaktkontamination, traumatisierende Gewebsbehandlung und Protheseninstabilität (LIDWELL et al. 1984, SCHNEIDER 1989, LEARMONTH 1993). Es wurde berichtet, dass bei Hunden mit Totalendoprothesen bis zu 11% Implantatsinfektionen auftraten (OLMSTEAD et al. 1983, PAUL und BARGAR 1987, MASSAT und VASSEUR 1994). Ferner hängt das Risiko einer Infektion von der Operationsdauer und –anzahl ab.

Das intakte Knochengewebe ist gegenüber Keimen widerstandsfähig. Diese körpereigene Resistenz wird jedoch wesentlich durch die Anwesenheit eines Gelenkimplantates reduziert. Auf der Implantatoberfläche bildet sich ein dichter Bakterienrasen, der als Biofilm bezeichnet wird. In diesem sind Mikroorganismen, wie z.B. Bakterien und Pilze, als dünne Schleimschicht eingebettet. Dieser Biofilm erschwert die körpereigene Immunabwehr sowie die Wirkung der Antibiotika. Die Adhäsion eines Biofilms ist Voraussetzung und zugleich Ursache für die septische Lockerung. Eine mechanische oder medikamentöse Verhinderung oder Entfernung dieser Adhäsion ist nicht möglich. Eine Schädigung tritt in der Implantatgrenzfläche auf. Zudem lösen die Bakterien und Eiweißfragmente, die sich im umgebenden Gewebe verbreitet haben, schwerwiegende Infektionskrankheiten aus. Dies führt zu einer Einschmelzung des umgebenden Gewebes und damit zur Eiterbildung, Abszessen und Fisteln.

Untersuchungen ergeben meist eine mangelhafte Hüftfunktion. Dies erfordert eine dauerhafte Beseitigung der Hüftprothese und des Knochenzements (BUCHHOLZ et al. 1981, OLMSTEAD et al. 1983, OLMSTEAD 1987, KOSFELD 1996, GERVERS 1998, MATIS 2001, OLMSTEAD 2001, PERSLOW et al. 2002, HOLZ 2002). Die vollständige Entfernung des PMMA-Zements ist eine Bedingung für die Reimplantation und eine Voraussetzung zur Beseitigung möglicher Persistenz eines Nidus der Infektion im Zusammenhang mit dem Restgehalt des PMMA's (BITTAR und PETTY 1982, GRISTINA 1994, COLYER und CAPELLO 1994, MASRI et al. 1998). Dies stellt eine chirurgische Herausforderung dar. Ungewollte Perforationen oder ein Bruch des potentiell geschwächten Oberschenkelknochens können dabei auftreten.

LIDWELL et al. (1984) fanden heraus, dass es eine signifikante Verbindung zwischen der Isolierung des *Staphylococcus aureus* von intraoperativen Kulturen und der Spätinfektion gibt. In 8% der Fälle, in denen *Staphylococcus aureus* isoliert wurde, traten Infektionen auf.

Positive Bakterienkulturen zum Zeitpunkt der Operation sollen Berichten zur Folge bei bis zu 31% der Patienten aufgetreten sein, wobei Staphylokokken die am meisten isolierten Krankheitserreger sind (LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1983).

BERGH et al. (2006) berichteten, dass bei der Revision oder Entfernung des Implantats in 30% positive Kulturen der Stämme *Pseudomonas aeruginosa* (n=2) und *Enterobacter cloacae* (n=1) vorlagen. Bei Implantaten, die aufgrund einer Infektion entfernt wurden, war fast immer *Pseudomonas* nachzuweisen.

Laut DYCE et al. (2000) kamen in Hüftgelenksprothesen bei Hunden nosokomiale (Hospitalismus) Infektionen vor. Verschiedene *Serratia* Arten wurden nach einer Revisionsoperation einer Luxation nachgewiesen. Der Grund dieser Infektion war das kontaminierte Desinfektionsmittel, das bei der Behandlung der Pyodermie verwendet worden war (DYCE et al. 2000).

DYCE und OLMSTEAD (2002) berichteten von koagulasenegative Staphylokokken (CoNS) bei sechs von 12 Hunden mit septischer Lockerung nach einer zementierter Endoprothetik und weisen auf Ähnlichkeiten von Infektionsfällen bei Menschen und Hunden hin (TSUKAYAMA et al. 1996, BORI et al. 2006). Koagulasenegative Staphylokokken können einen krankheitserregenden Biofilm produzieren, der eine antimikrobielle Therapie wirkungslos machen kann (GREENE 2006).

Listeria monocytogenes ist eine seltene Ursache für eine septische Lockerung bei menschlicher Hüftgelenkprothesen, die häufiger mit immunsupprimierten Patienten assoziiert wird (ELLIS et al. 1995, CHOUGLE und NARAYANASWAMY 2004). Es wird vermutet, dass der Erreger hämatogen verbreitet wird (CHOUGLE und NARAYANASWAMY 2004). *Listeria monocytogenes* scheint bis dato in der Veterinärliteratur als Krankheitserreger für Komplikationen bei Hüftprothesen wenig Beachtung gefunden zu haben (HUNTER et al. 2003).

Eine Infektion der Totalendoprothese durch *Achromobacter (Alcaligenes) xylosoxidans* wurde von GIRLING und INNES (2006) bei einem Hund beschrieben. Röntgenaufnahmen zeigen typischen Veränderungen, wie Lysen, Sklerosen und periostale Knochenreaktionen, die der Infektion der Synovia des linken Hüftgelenks mit *Achromobacter (Alcaligenes) xylosoxidans* entsprechen. Eine Kultur der Pfanne bestätigte ebenfalls *Achromobacter (Alcaligenes) xylosoxidans*. Die Prothese wurde explantiert.

Laut SEBESTYEN et al. (2000) ist es unabdingbar Veränderungen, die auf einen frühen und späten Infekt deuten, zu diagnostizieren. Es gilt, diese Veränderungen von einer biologischen Reaktion des Femurschafts und Infektionszeichen oder aseptischer Lockerung des Schaftes zu unterscheiden (GRUEN et al. 1979, EDWARDS et al. 1997).

6.3.3 Femurfrakturen

Periprothetische Frakturen stellen in der Humanmedizin eine ernste Komplikation dar. Es handelt sich um eine noch relativ unbekannte Problematik, die zukünftig mehr und mehr an Bedeutung gewinnen wird und deren Behandlung gewöhnlich schwierig, meist komplex und immer kostenaufwendig verläuft (BRADY et al. 1999, TSIDIRIS et al. 2003). Beim Menschen liegt die Häufigkeit periprothetischer Frakturen zwischen 1,5 und 3,5% (GARCIA-CIMBRELO et al. 1992, MORONI et al. 2000). Wie bereits unter Punkt 6.1 erwähnt, können periprothetische Frakturen intraoperativ oder postoperativ auftreten.

Das Klassifikationssystem periprothetischer Frakturen nach RASCHKE und STÖCKLE (2003) wird wie folgt dargestellt:

- Fraktur auf Höhe des Prothesenschaftes
- Fraktur komplett distal der Prothese
- Fraktur im Spitzenbereich der Prothese

LISKA et al. (2004) berichtet in seiner Studie von verschiedenartigen Frakturen. Sie untersuchten 22 Patienten mit 24 Frakturen. In 21 von 24 Fällen lagen Schräg- oder Spiralfrakturen und in drei Fällen Querfrakturen vor. 22 Frakturen ereigneten sich nach der ersten Totalendoprotheseoperation, eine nach der Revision von beiden Komponenten und die letzte Fraktur durch die Explantation von Zement und beider Implantatkomponenten. Folglich traten 20 (87%) Frakturen in der Nähe oder distal zur Spitze des Femoralschafts auf.

IWATA et al. (2008) berichteten von diaphysären Femurfrakturen bei 2-13% der Patienten. Die Frakturen resultieren zu 23 - 45% aus Fissuren (LISKA et al. 2004). Diese entstanden entweder während des Aufbohrens des Markraums und der Präparation des Prothesenlagers mittels Raspel oder des Einsetzens des Schaftes (IWATA et al. 2008).

Der Zement im Oberschenkel ist anfällig für große Belastungen. Dies kann zu einer Fragmentierung, zum Bruch und einer Lockerung des Schaftes führen (MARTENS et al. 1974, JASTY et al. 1991). Ein exzentrisch platzierter Schaft kann eine ungleiche

Belastungsverteilung auf die Femurkortikalis bewirken. Dies kann wiederum eine femorale Modellierung, Remodellierung, Oberschenkelfraktur sowie Implantatlockerung zur Folge haben (PALMISANO et al. 2003, LISKA et al. 2004). Ein postoperativer periprothetischer Bruch kann sowohl bei gelockerter als auch bei festsitzender Endoprothese vorkommen. Besonders bei einer Hüftprothesenlockerung entsteht durch eine fortgeschrittene Knochenresorption eine Ausweitung der Markhöhle. Dadurch ergeben sich günstigere Biegemomente zwischen Prothesenspitze und Femurschaft. Dies begünstigt die Entstehung von Ermüdungsbrüchen und Frakturen.

Eine konservative Therapie kann in wenigen Fällen, bei denen keine starke Dislokation vorliegt, angewandt werden. Die chirurgische Behandlung der Frakturen erfolgt durch interne Fixation mit Plattenosteosynthese und/ oder Cerclagen mit dem Ziel, Frakturstabilität, Funktionalität und damit eine verbesserte Lebensqualität des Patienten zu erreichen. Im Regelfall kommt es zu einer Knochenheilung (OLMSTEAD et al. 1980, OLMSTEAD et al. 1983, MATIS et al. 1992, BARDET und LETOURNEL 1995, GUTBROD und FESTL 1995, KOSFELD 1996, LISKA 2001, LISKA 2004).

Alte Hunde mit Osteopathien, Hunde mit Revisionsoperationen sowie Hunde mit intraoperativer Fissur, haben potentiell ein höheres Risiko für einen Oberschenkelbruch. Die Risikofaktoren sollten bei einer präoperativen Planung berücksichtigt werden, damit bei einer Totalendoprothese die Inzidenz für eine spätere Femurfraktur verringert wird (MORONI et al. 2000).

7 Revisions Operationen

In der Humanmedizin sind 20% aller Eingriffe am Hüftgelenk Revisionsoperationen (ELKE 2001). Bei Korrekturen von zementfreien und zementierten Totalendoprothesen wurde von vereinzelt und beträchtlichen Herausforderungen berichtet (CHARNLEY 1972, KATZ et al. 1995, PALMISANO et al. 2003, SLATTER 2003, CONZEMIUS und VANDERVOORT 2005, BERGH et al. 2006).

BERGH et al. (2006) führten bei 12,1% (11/90) der Hunde einen Revisionseingriff bei den primären Totalendoprothesen durch. Bei Sechs Patienten wurden die Totalendoprothesenimplantate explantiert (periprotehetische Lockerung (n=3), Infektionen (n=2), Luxation (n=1)). Eine Revision der Totalendoprothesen wurden an fünf Patienten (periprotehetische Lockerung (n=2), Luxation (n=2), Femurfraktur (n=1)) durchgeführt.

Bei einer Lockerung der zementierten Implantate stehen zwei Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung: der Implantatwechsel oder eine Explantation. Korrekturoperationen werden immer häufiger, weil die Anwendung von Hüftarthroplastik für coxofemorale Osteoarthritis zunimmt (CLOHISY et al. 2004, KURTZ et al. 2007, TORRES und BUDSBERG 2009). Die vollständige Explantation aller Prothesenteile kommt in der Humanmedizin vereinzelt vor (STÜRMER 1999). Beim Tier werden mit dieser Methode jedoch die besten Revisionsergebnisse erzielt (MATIS 2001, OLMSTEAD 2001, HOLZ 2002). Beim Menschen waren Revisionen mit zementierten oder zementfreien Prothesenkomponenten erfolgreich. Dennoch bleibt die Implantatlockerung ein Problem (KATZ et al. 1995, MULROY und HARRIS 1996, SPORER und PAPROSKY 2003).

Korrekturoperationen können im Frühstadium aseptischer Lockerung eine gute Prognose haben, bevor eine überhöhte Osteolyse das umliegende Knochenlager reduziert (EDWARDS et al. 1997). Bei chronisch lockeren Implantaten verhindert der Grad der Osteolyse eine Revisionoperation (PALMISANO et al. 2003). Korrekturoperationen sind aufgrund von Komplikationen, die bei der Entfernung von misslungenen Prothesekomponenten und dem Zement auftreten, unerwünscht. Auch der Mangel an vorhandenem Knochenlager für die Reinsertion von neuen Implantaten spricht dagegen. Studien belegten, dass bei der Korrekturarthroplastik vergleichsweise mehr Komplikationen auftraten als bei der erstmaligen

Implantation einer Totalendoprothese (LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1983, GARINO und STEINBERG 1999, DYCE und OLMSTEAD 2002).

Das Reiben zur Entfernung von sklerotischen Knochen hat den deutlichen Nachteil, dass es zu Mängeln am Knochenlager führt. Aufgrund dessen, wird der Gebrauch von Knochentransplantaten während der Korrekturarthroplastik empfohlen (NIH 1994).

8 Radiologische Beurteilung von Pfanne und Schaft

Eine messgenaue Röntgenbeurteilung des totalen Hüftersatzes ist notwendig, um die optimale Platzierung der Prothese zu beurteilen und um postoperative Veränderungen erkennen zu können.

Die durchzuführenden Röntgenkontrollen sollten nach folgenden Merkmalen beurteilt werden:

- Position bzw. Positionsänderung des Implantats
- Knochenumbau (Atrophie, Hypertrophie, Sklerosierung)
- Saumbildung
- Knochenkontakt
- Skleroselinien
- Hypertrophie
- Ossifikationen
- Trochanterveränderungen
- Osteolysen
- Änderungen am Implantat (Abrieb, Bruch etc.) und andere radiologische Auffälligkeiten

Postoperative Röntgenaufnahmen werden in zwei Projektionsebenen durchgeführt und dienen der einheitlichen Grundlage zur Beurteilung späterer Kontrollaufnahmen (KOSFELD 1996, HOLZ 2002).

KONDE et al. (1982) beschreiben die grundlegenden Untersuchungs- und Bewertungskriterien für die Röntgenverlaufskontrollen der Caninen-Richards-II-Prothese. Diese Kriterien lassen sich auf andere Prothesentypen übertragen (ALIBADI et al. 1989, JOHNSTON et al. 1990).

Die Bestandteile der Prothese werden mit strahlenundurchlässigem Polymethylmethacrylate am Knochen zementiert. Die radiologische Position des Pfannenimplantats wird in korrekter und in vier veränderten Positionen ermittelt. Zur Messung der Ante- oder Retroversion der Pfanne wird auf der ventrodorsalen Röntgenaufnahme eine Referenzlinie durch die am weitesten kranial gelegenen Punkte der Foramina obturatoria gezogen. Der Winkel der Längsachse des runden Pfannendrahts zu dieser Referenzlinie, ergibt die Abweichung der Pfannenöffnung in kraniokaudaler Richtung. In neutraler Position der Pfanne beträgt der Winkel 90° . Sollte der Winkel kleiner als 90° sein, besteht eine Retroversion, wenn er dagegen größer als 90° ist, besteht eine Anteversion der Pfanne. Befindet sich das Pfannenimplantat in neutraler Position bzw. in einer Retroversion bis 20° , ist es korrekt positioniert (KONDE et al. 1982, OLMSTEAD 1987, KOSFELD 1996, HOLZ 2002).

Eine richtig eingesetzte Schaft-Prothese befindet sich auf einer lateralen Röntgenaufnahme des Beckens entweder in einer neutralen Position oder in einer leichten Anteversion. Eine optimale Zentrierung des Femoralschaftes innerhalb des medullären Kanals konnte auf postoperativ angefertigten ventrodorsalen und lateralen Röntgenbildern des Hüftgelenks aufgezeigt werden (KONDE et al. 1982). Des Weiteren stellte die tiefe Infektion eine schwerwiegende Komplikation dar, die das Entfernen der Endoprothese erforderte. Röntgenuntersuchungen der infizierten Gelenke zeigten folgende Veränderungen:

- zunehmende Verbreitung der strahlendurchlässigen Knochenzement-Schnittstelle
- endostale und kortikale Lysis
- unregelmäßige periostale Proliferationen
- Aufhellungslinie zwischen Schaftprothese und Knochenzement
- Knochensubstanzverlust im Bereich des Calcars

Bei zwei Hunden wurden Lockerungen des Pfannenimplantats diagnostiziert, ohne dass eine lokale Infektion vorlag. Die intraoperativ entnommenen bakteriologischen Proben konnten kein Bakterienwachstum aufweisen, röntgenologisch bestand jedoch eine Ähnlichkeit mit der septischen Prothesenlockerung (KONDE et al. 1982).

Die Lockerungstypen zementierter Schaftprothesen wurden von GRUEN et al. (1979) in vier Typen unterteilt:

- Typ Ia: Gleiten des Prothesenschaftes im Zementköcher

Die Veränderung entsteht aufgrund des mangelnden Zementmantels, dem daraus resultierenden Verlust der proximalen Abstützung und dem Absacken nach distal. In Zone I befinden sich die Demarkationslinie und eventuell auch Zementbrüche distal der Prothesenspitze.

- Typ Ib: Gleiten der Prothese mit Zementköcher im Knochen

Die Lockerung entsteht aufgrund einer mangelhaften Verzahnung des Zements im spongiösen Knochen. Infolgedessen entsteht eine unterbrochene oder kontinuierliche Aufhellungszone im Übergangsbereich von Zement und Knochen.

- Typ II: Medialer Mittschaft-Hebel

Eine kraftlose proximale Abstützung (Calcar) in Verbindung mit einer geringen distalen Stabilität führt zu dieser Veränderung. Dies führt zu distalen Kippbewegungen, die im Mittschaftbereich zu Zementbrüchen führen und proximal eine Migration nach medial bewirken können.

- Typ III: Calcar-Hebel

Es besteht eine kraftlose distale Abstützung bei einer ausreichenden proximalen Stabilität. Die Bewegung des distalen Schaftes führt zu Knochenreaktionen und zur Lockerung der Prothesenspitze.

- Typ IV: Hebelarm

Die Veränderung entsteht aufgrund einer mangelhaften proximalen Zementabstützung bei einer ausreichenden distalen Fixation. Die Demarkationslinien sind in den Zonen I und VII vorhanden. Die Zonen werden unter Punkt 4.1. ausführlich erläutert. Die Kraftübertragung auf

den proximalen Femurteil geht verloren und das Implantat ist den übermäßigen Hebelkräften ausgesetzt.

Der Humanmediziner ZILKENS (1990) hat die Lockerungskriterien bei röntgenologischen Untersuchungen wie folgt aufgeteilt:

- Positionsänderungen (Pfanne: Wanderung, Kippung; Schaft: Sinterung, Varisierung)
- Implantatbruch (Pfanne oder Schaft)
- Zementbruch
- Lysesaum zunehmend und über 2 mm
- kompletter Lysesaum zwischen Zement und knöchernem Lager über 2 mm
- Kortikalisdefekt am Femur

Des Weiteren stellten PFEIL und SPITZ (2003) in einer späteren Arbeit weitere Lockerungskriterien, wie Osteolysen, heterotope Ossifikationen, Knochenresorptionen und Osteopenien, dar.

OLMSTEAD (1987) untersuchte 174 Canine-Richards-II-Prothesen bei 154 Hunden. Die röntgenologischen Nachkontrollen zeigten, dass eine aseptische Lockerung bei fünf Pfannenimplantaten und einem Schaftimplantat auftraten.

Die faux-profile-Aufnahme wurde von HUTTER und GASPAR (1989) entwickelt, die eine genaue Seitenaufnahme des Azetabulums im rechten Winkel zur Pfanneneingangsebene erlaubte und eine seitliche, etwas verkürzte Darstellung des Femurschafts ermöglichte (KOSFELD 1996). Die Verlaufskontrollen des Übergangsbereichs von Knochen und Zement zeigten Aufhellungsstreifen im Bereich der Pfanne oder des Schaftes. Diese Streifen wurden als Zeichen der Instabilität gedeutet. Entlang der gesamten Kompakta befanden sich deutliche periostale Reaktionen bei definitiver Lockerung des Implantats.

LIEBENS DÖRFER (1991) beschrieb eine konisch geformte Schraubpfanne mit einem Rundgewinde aus kohlenstofffaserverstärkten Epoxidharz (CFK) zur zementlosen Verankerung der Prothese. Der Schaft wurde mit Refobacin-Palacos (Firma Merck, Darmstadt) erfolgreich einzementiert. Röntgenverlaufskontrollen wurden durchgeführt. Drei bis vier Wochen postoperativ waren beginnende, zarte knöcherne Verdichtungen im Bereich des Pfannenimplantates röntgenologisch deutlich. Die Verdichtungen waren bei allen Tieren

spätestens vier Monate postoperativ deutlich ausgeprägt und blieben bis zum Versuchsende erhalten. Bei einem Hund, bei dem postmortal eine Pfannenlockerung diagnostiziert wurde, zeigte sich das knöcherne Implantatbett bei gleichzeitiger Sklerosierung der weiteren Pfannenumgebung bereits ab dem vierten Jahr postoperativ verschattet.

Röntgenologische Untersuchungen zementloser Hüftarthroplastiken wurden von DE YOUNG et al. (1992) durchgeführt. In einer Langzeitstudie kontrollierten sie klinische Daten mit röntgenologischen Untersuchungen porös beschichteter anatomischer Hüftprothesen (DE YOUNG et al. 1993). In fünf femoralen Kanälen traten Knocheninfarkte auf. Eine Osteolyse wurde röntgenologisch hingegen nicht diagnostiziert.

MASSAT und VASSEUR (1994) untersuchten 96 Hüftgelenksprothesen vom Typ Canine-Richards-II und BioMedtrix bei 84 Hunden. Postoperativ angefertigte Röntgenuntersuchungen zeigten eine unzureichende Zementabdeckung, wenn der Bereich des Zementmantels kleiner als 2 mm war oder wenn eine Lücke in der Zementschicht vorlag. Aseptische Pfannenlockerungen zeigten sich nach durchschnittlich 21 Monaten bei drei Hunden.

In einer Studie untersuchten GUTBROD und FESTL (1995) 199 Aesculap-Prothesen bei 162 Patienten. Radiologisch wurden acht Pfannenlockerungen in 24 Monaten diagnostiziert.

KOSFELD (1996) beurteilte postoperativ angefertigte Röntgenbilder von insgesamt 207 Hunden. Bei 133 Prothesen (53%) wurde in der Beckenhöhle Knochenzement mit einer Größe von > 5 mm dargestellt, das während der Präparation des Pfannenbetts in die Beckenhöhle eintreten konnte. Die Schaftprothesenspitze näherte sich auf der ventrodorsalen Röntgenaufnahme der lateralen Femurkortikalis in 81 (32,2%) Fällen. Während der Röntgenverlaufskontrollen zeigte sich eine Migration der Pfannenprothese und damit eine eindeutige Pfannenlockerung in fünf von 205 untersuchten Fällen (2,5%) sowie eine Migration der Schaftprothese und eine eindeutige Prothesenlockerung in 12 von 205 Fällen (5,8%). Bei zwei Patienten (0,9%) gab es röntgenologische Hinweise für eine Infektion der Pfannenprothese, bei fünf Patienten (2,5%) dagegen Hinweise für eine Infektion im Bereich der Schaftprothese.

Symptome, radiologische Befunde, operative Ergebnisse und potentielle Ursachen der aseptischen Lockerung von Schaftimplantaten zementierter Prothesen wurden von EDWARDS et al. (1997) beschrieben. Vor bzw. zum Zeitpunkt der Diagnosestellung „aseptische Lockerung“ fielen asymmetrische periostale Reaktionen an der Femurdiaphyse (n=11) am häufigsten auf,

gefolgt von Aufhellungslinien zwischen dem Implantat und dem Knochenzement (n=6), veränderte Implantatpositionen (n=4), Zementbrüche (n=2) oder Femurfrakturen.

CROSS et al. (2000) zeigten die räumliche Ausrichtung des Pfannenimplantates auf Grundlage der ventrodorsalen und lateralen Projektion des Beckens. Auf dieser Basis können trigonometrische Beziehungen der Implantate berechnet werden. Dadurch wurde eine genauere Möglichkeit der postoperativen radiologischen Beurteilung der Position des Pfannenimplantats geschaffen.

MATIS (2001) wertete 281 Biomechanique-Prothesen bei 211 Hunden aus. In 9,5% der Fälle kam es zu Komplikationen. Darunter hatten 5,7% der Hunde eine klinisch relevante aseptische Lockerung der Prothese, 1,9% der Tiere hatten eine Infektion und weitere 1,9% eine Luxation. Bei der Hälfte der betroffenen Hunde konnte durch eine Revision ein gutes Ergebnis erzielt werden.

Die klinische, radiologische und pathologische Wirkung von ektopischen Zementgranulomen wurde von PALMISANO et al. (2003) beschrieben. Das selten vorkommende Granulom ist eine langfristige Komplikation des gesamten Hüftersatzes (TEP). Radiologische Veränderungen sind in diesen Fällen eine Verdichtung des Weichteilgewebes, mineralische Einlagerungen in die Muskulatur (Gluteen-Gruppe entlang des proximalen Femurs), Aufhellungen und Osteolysen, subsidens (d. h. ein Einsinken des Implantats in den Zementköchel), periostale Reaktionen sowie alle anderen Anzeichen einer chronischen aseptischen Lockerung.

OTA et al. (2005) zeigten den Zusammenhang zwischen verschiedenen Zementiertechniken, die radiologisch am Zementmantel sichtbar sind und der aseptischen Lockerung des Schaftimplantats. Postoperative Röntgenbilder von 284 Hunden, die einen zementierten totalen Hüftersatz erhielten, wurden von vier Chirurgen und einem Radiologen bewertet und die Zementfüllung in ein Klassifikationssystem mit vier Graden unterteilt. Die Komplikationen wurden entsprechend des Typs und des zeitlichen Auftretens beschrieben und analysiert. Die aseptische Lockerung war mit 2,1% die zweithäufigste Komplikation.

BERGH et al. (2006) beurteilten Röntgenbilder und Komplikationen nach der Totalendoprothese. Medizinische Berichte und Röntgenbilder von 97 Hunden mit einem Hüftersatz wurden hinsichtlich Signalement, präoperativem Grad der Osteoarthritis, technischen Fehlern, dem intraoperativen Kulturergebnis und dem postoperativen röntgenologischen Befund der

Implantate ausgewertet. Sieben Hunde hatten eine Kurzzeitkomplikation und bei 11 Hunden wurde eine Revisionsoperation durchgeführt. Knochen- oder Zementveränderungen des Hüftersatzes waren röntgenologisch sichtbar. Die exzentrische Positionierung des Femurschaftes und die Anwesenheit von Aufhellungslinien an der femoralen Zement-Knochengrenze wurden durch die Korrekturoperation positiv beeinflusst.

HANSON et al. (2006) beurteilten die Züricher zementlose Hüftprothese (ZCTH), indem sie bei einer Implantatinstabilität die Aufhellungen mit den klinischen Symptomen verglichen. Hunde, älter als ein Jahr, wurden röntgenologisch untersucht. Die Aufnahmen wurden hinsichtlich der Aufhellungen im Pfannenknochen durch eine zonale Analyse bewertet. Die Aufhellungen wurden postoperativ mit der Lahmheit und der Generation des Implantats verglichen. Insgesamt wurden Röntgenbilder von 68 Implantaten (18 Generation I, 50 Generation II) beurteilt. acht Hunde zeigten eine Lahmheit (11,8%) und mit größerer Wahrscheinlichkeit auch eine Aufhellung im Pfannenknochen. Röntgenologisch konnten die Aufhellungen besser dargestellt werden als mit einer zonalen Analyse.

Die Differenzierung zwischen septischer und aseptischer Lockerung bereitet häufig Schwierigkeiten. Die Arthrographie erweitert die diagnostischen Möglichkeiten beim Verdacht auf eine gelockerte und/oder infizierte Totalendoprothese des Hüftgelenks. Eine Lockerung der Prothese kann mit großer Genauigkeit nachgewiesen werden. Beim Vorliegen einer schleichenden Infektion können die Erreger bestimmt werden, so dass eine gezielte antibiotische Therapie eingeleitet werden kann (KEYL und HEPP 1973). Aus diesem Grund führten KONDE et al. (1982) Arthrogramme durch. Bei den septischen Lockerungen verteilt sich das Kontrastmittel an der Grenze von Knochen und Zement und dringt in das umliegende Weichteilgewebe ein. Bei den aseptischen Lockerungen kann kein Kontrastmittel im Weichteilgewebe nachgewiesen werden.

ALIABADI et al. (1989) beschrieben, dass Infektionen und Lockerungen im Allgemeinen die Ursache für den Ausfall des totalen Hüftgelenkersatzes darstellen. Eine frühe und genaue Identifikation ist mit Hilfe der Knochen- und Galliumszintigraphie, der konventionellen Röntgenographie, der Gelenkspiration und Arthrographie möglich. Die radiologischen Befunde waren wenig eindeutig und eine Unterscheidung zwischen einer septischen und aseptischen Implantatlockerung war nicht möglich. Die meisten Autoren bestätigen, dass mit Hilfe der Knochenszintigraphie eine Lockerung und eine Infektion diagnostiziert werden kann, jedoch keine Differenzierung möglich ist (HOROSZOWSKI et al. 1980, CHAFETZ et al. 1985).

In der Humanmedizin werden röntgenologische Arthrographien und Knochenszintigraphien oft zur Beurteilung der Endoprothese herangezogen.

OYEN et al. (1996) kombinierten in ihrer Studie beide Techniken und fügten ihnen einen nuklearen Kontrast zu (nukleare Arthrographie). Sowohl in der Beurteilung zementierter als auch unzementierter Prothesen (Pfannen- und Schaftkomponenten) hat sich die nukleare Arthrographie (Szintigraphie) dem Röntgen gegenüber als gleichrangig oder zum Teil überlegen erwiesen (70 – 90% und 60 – 70%). Die nukleare Arthrographie ist eine geeignete Methode um gelockerte Prothesen zu identifizieren. Röntgenologische Arthrographien und Knochenscanning sind besonders für die Beurteilung femoraler Komponenten bedeutungsvoll.

Tc-markiertes Ciprofloxacin (Infecton[®]) sammelt sich in hohen Konzentrationen in lebenden Bakterien an und wurde zur Erkennung infektiöser Herde entwickelt.

PEREMANS et al. (2002) führten eine Studie durch, in der sie die Wirksamkeit der Szintigraphie nach Verabreichung von Infecton[®] zur Erkennung chronisch erkrankter Gelenke und Infektionen nachwiesen. Eine zwei jährige, unter Dysplasie leidende Deutsche Schäferhündin erhielt eine zementlose Hüftprothese. Die Hündin lahmte postoperativ, hatte Fieber und litt unter Anorexie. Die antibiotische Behandlung verlief erfolgreich. Zwei Monate postoperativ zeigte die Hündin eine hochgradige Lahmheit. Eine Serie von Röntgenbildern, die zwei Monate lang in einem zweiwöchigen Abstand angefertigt wurden, zeigten nur periostale Knochenreaktionen. Es wurde eine kraniallaterale Arthrozentese durchgeführt. Die angefertigte Kultur der Synovialflüssigkeit war negativ. Weiterhin wurde eine spezielle Szintigraphie nach Verabreichung von Tc-99m-Ciprofloxacin durchgeführt. Sechs Wochen vor dieser Untersuchung wurde der Hündin keine weitere Antibiose verabreicht.

Planare Aufnahmen wurden drei bzw. 24 Stunden nach dem Aufladen angefertigt. Die Photonenausstrahlung wurde nach drei Stunden ermittelt. Die Anreicherung des Radionuklids konnte sowohl im Bereich des Pfannen- als auch im Bereich des Schaftimplantats nachgewiesen werden. Aufgrund dieser Diagnose wurde die Explantation aller Implantate empfohlen.

DYCE und OLMSTEAD (2002) untersuchten die laterale Fensterung einer zementierten Totalhüftprothese. Sie führten fünf – neun Wochen postoperativ Röntgenkontrollen bei 12 Hunden mit einem infizierten Hüftersatz durch. Das laterale Fenster stellte sich als effektive

Technik heraus, um Überreste des femoralen Zements zu entfernen. Radiologisch war diese Fensterung fünf – neun Wochen postoperativ konsolidiert.

Die Projektionsradiographie erlaubt in der Mehrzahl der Fälle eine effiziente Antwort auf die Frage nach Lockerung, periprothetischer Fraktur oder Prothesenmaterialbruch, Luxation, Infektion und Weichteilkalzifikation und dient der direkten postoperativen und längerfristigen Verlaufskontrolle. Für spezielle Fragestellungen und bei unklarem projektionsradiographischem Befund hat sich die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) in den letzten Jahren etabliert, da sich entzündliche Prozesse mit (CT) oder auch ohne (MRT) Kontrastmittel ausgezeichnet beurteilen lassen (MAYERHOEFER et al. 2009). Dabei sollte bedacht werden, dass neu implantierte Gelenkprothesen nicht im MRT untersucht werden sollten. Auch längere Zeit implantierten Gelenkprothesen aus Titan erschweren eine Magnetresonanztomographie, weil Titan zu Metallauslöschungsartefakten führt.

CYTEVAL et al. (2002) führten sowohl computertomographische als auch kernspintomographische Untersuchungen in der Humanmedizin durch, um mögliche postoperative Infektionen der Totalendoprothese präoperativ zu verifizieren. Sie beurteilten präoperativ angefertigte konventionelle Röntgenbilder des Menschen auf Knochenanomalitäten und CT-Bilder hinsichtlich des Weichteilgewebes (Gelenkfüllung, flüssigkeitsgefüllte Bursae und Flüssigkeitsansammlungen in den Muskeln und im perimuskulären Fett).

III Eigene Untersuchungen

1 Kasuistik

Für diese retrospektive Studie wurde die Krankengeschichte von 51 Hunden ausgewertet. In der Zeitspanne von 1994 bis 2008 wurde an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians- Universität München (LMU) bei insgesamt bei 50 Hunden eine Hüftgelenksexplantation durchgeführt. 29 Patienten (Tab. 1) wurde zuvor eine Totalendoprothese in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians- Universität München implantiert, 21 weitere Hunde (Tab. 2) gehörten nicht zu dem Patientengut der Chirurgischen Tierklinik der LMU (alio loco).

Bei einem weiteren Hund erfolgten beide Operationen – sowohl Totalendoprothese als auch Explantation - an einer anderen tiermedizinischen Institution. Da die postoperativen Verlaufs Kontrollen an der Chirurgischen Tierklinik der LMU durchgeführt wurden, konnte dieser Hund in die Studie eingebracht werden.

Die Patienten wurden in vier Gruppen eingeteilt (Patienten mit aseptischer und septischer Lockerung der Endoprothese, Patienten mit Luxationen und Patienten mit Implantatsbruch).

Die Verlaufskontrolle erfolgte mithilfe radiologischen Untersuchungen (n=51), Laufband (Patienten mit Kinetisch und Kinematisch Untersuchung n= 7, nur Kinetische Untersuchung n=1) diagnostiziert.

Durch Fragebögen, in denen die Hundebesitzer nach postoperativen Komplikationen und ihrer Zufriedenheit befragt wurden, war es möglich, die subjektiven Anhaltspunkte der Patienten miteinander zu vergleichen.

Tab. 1: Anzahl und Signalement der Patienten, Indikationen der Totalendoprothese und Explantation mit vorangegangener Totalendoprothese an der Chirurgische Tierklinik (LMU).

Patient	Rasse	Alter / Geschlecht / Körpergewicht (kg)	Indikation für die Implantation	Indikation für die Explantation
1	Alaskan Malamute	8,1 / m / 39,1	Koxarthrose	Septische Lockerung
2	Bearded Collie	6,8 / w / 19,3	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
3	Berner Sennenhund	4,4 / m / 57,0	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
4	Briard	8,4 / w / 31,2	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
5	Bobtail	11,4 / m / 40,0	Koxarthrose	Implantatbruch (Schaft)
6	Dt. Drahthaar	12,0 / m / 29,1	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
7	Deutscher Schäferhund	8,4 / w / 34,0	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
8	Deutscher Schäferhund	5,3 / m / 37,3	Koxarthrose	Aseptische Lockerung mit Femurfraktur
9	Deutscher Schäferhund	3,11 / m / 36,1	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
10	Deutscher Schäferhund	5,8 / w / 28,4	Koxarthrose	Septische Lockerung
11	Deutscher Schäferhund	1,6 / m / 38,0	Koxarthrose	Septische Lockerung
12	DSH- Mix	7,6 / w / 29,9	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
13	DSH-Mix	6,4 / m / 27,0	Syndesmose	Aseptische Lockerung
14	DSH-Mix	2,3 / m / 31,4	Koxarthrose	Septische Lockerung
15	Golden Retriever	7,9 / w / 37,5	Koxarthrose	Aseptische Lockerung mit Femurfraktur
16	Golden Retriever	1,9 / w / 30,2	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
17	Golden Retriever	6,2 / m / 36,0	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
18	Golden Retriever	5,9 / m / 34,3	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
19	Golden Retriever	5,9 / w / 29,7	Koxarthrose	Septische Lockerung
20	Golden Retriever	3,3 / w / 30,0	Koxarthrose	Septische Lockerung
21	Jagdhund-Mix	4,11 / m / 21,1	Koxarthrose	Septische Lockerung
22	Kleiner Münsterländer	5,2 / m / 26,0	Koxarthrose	Implantatbruch (Schaft)
23	Mischling	3,1 / w / 31,0	Koxarthrose,	Septische Lockerung
24	Mischling	1,1 / w / 23,3	Luxatio ossis femoris mit Koxarthrose	Rezidivierende Prothesenluxation
25	Mischling	9,9 / w / ?	Koxarthrose	Rezidivierende Prothesenluxation
26	Münsterländer-Mix	7,4 / w / 20,1	Koxarthrose	Septische Lockerung
27	Neufundländer	3,1 / m / 55,4	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
28	Rottweiler-Mix	8,7 / m / 34,0	Koxarthrose	Septische Lockerung
29	Russischer Terrier	? / m / 47,0	Koxarthrose	Septische Lockerung

Tab. 2: Anzahl und Signalement der Patienten, Indikation der Totalendoprothese, welche „alio loco“ durchgeführt wurde und Indikation der Explantation, durchgeführt an der Chirurgischen Tierklinik (LMU).

Patient	Rasse	Alter / Geschlecht / Körpergewicht (kg)	Indikation für die Implantation	Indikation für die Explantation
30	Altdeutscher Schäferhund	6,9 / w / 35,0	unbekannt	Septische Lockerung
31	Berner Sennenhund	5,5 / m / 44,0	unbekannt	Aseptische Lockerung nach rezidivierender Prothesenluxation mit Trochanterpseudoarthrose
32	Berner Sennenhund	3,11 / m / 40,0	unbekannt	Aseptische Lockerung
33	Berner Sennenhund	1,0 / m / 37,0	unbekannt	Rezidivierende Prothesenluxation
34	Berner Sennenhund	3,3 / m / 37,5	Koxarthrose	Rezidivierende Prothesenluxation mit Pfannen migration
35	Boxer-Mix	8,6 / m / 45,0	unbekannt	Prothesenluxation und Femurschaftfraktur
36	Briard Antrazit	7,4 / m / 45,0	unbekannt	Septische Lockerung
37	Deutscher Schäferhund	6,8 / w / 31,7	unbekannt	Aseptische Lockerung
38	Deutscher Schäferhund	6,1 / w / 30,0	unbekannt	Aseptische Lockerung
39	Deutscher Schäferhund	6,8 / w / 37,3	unbekannt	Aseptische Lockerung
40	Deutscher Schäferhund	3,10 / m / 37,2	unbekannt	Septische Lockerung
41	Deutscher Schäferhund	8,0 / m / 38,0	unbekannt	Septische Lockerung mit Luxation und Pfannenausbruch
42	DSH-Mix	6,0 / m / 31,8	unbekannt	Septische Lockerung
43	Flat-coated Retriever	3,5 / w / 36,0	unbekannt	Aseptische Lockerung
44	Golden Retriever	1,7 / w / 29,3	unbekannt	Aseptische Lockerung
45	Golden Retriever	7,4 / m / 25,3	unbekannt	Aseptische Lockerung
46	Gordon Setter	8,1 / m / 32,0	unbekannt	Aseptische Lockerung
47	Mischling	2,2 / w / 50,0	Koxarthrose	Aseptische Lockerung
48	Mischling	12,0 / w / 16,8	unbekannt	Prothesenluxation mit Implantatausbruch der Pfanne
49	Neufundländer	1,4 / m / 44,5	unbekannt	Rezidivierende Prothesenluxation
50	Schäfer-Australian Shepherd Mix	1,3 / m / 40,0	unbekannt	Aseptische Lockerung

Tab. 3: Zusammenfassung Hund mit anderweitig vorangegangener Totalendoprothese und Explantation.

Patient	Rasse	Alter (J) / Geschlecht / Körpergewicht (kg)	Indikation für die Implantation	Indikation für die Explantation
51	Collie	10,0 / m / 29,4	Koxarthrose	Aseptische Lockerung

1.1 Rasseverteilung

Insgesamt waren 15 Hunderassen in dieser Studie vertreten. Die am häufigsten betroffene Rasse war der Deutsche Schäferhund (10/51), gefolgt vom Golden Retriever (8/51) und dem Berner Sennenhund (5/51). 12 von 15 Hunderassen waren stets selten (jeweils zweimal) bis vereinzelt vertreten. 14 von den 51 Patienten waren Mischlingshunde, dieser Hunde wurden in ihrer Krankenakte als „Dt. Schäferhundmischlinge“ bezeichnet. Weitere 5 Mischlinge gehörten zu anderen Hunderassen, die restlichen 5 Mischlingshunde wurden nicht genauer klassifiziert. Ihre Körpergröße konnte lediglich anhand ihres Körpergewichts geschätzt werden (siehe Tab 1-3). Die Anzahl der reinrassigen Hunde und Mischlinge wird in Tabelle 4 genannt.

Tab. 4: Übersicht und Verteilung der Hunderassen in Anzahl und relativer Anzahl in %.

Hunderassen	Anzahl	relative Anzahl (in %)
Deutscher Schäferhund	10	19,6
Golden Retriever	8	15,8
Berner Sennenhund	5	9,8
Neufundländer	2	3,9
Briard	2	3,9
Sonstige Hunderassen ¹	10	19,6
Dt. Schäferhund-Mischlinge	4	7,8
Andere Mischlinge ²	5	9,8
Mischlinge ³	5	9,8
Summe	51	100%

Legende zu Tabelle 4:

¹: Hunderassen, die jeweils von einem Patient vertreten waren:

Russischer Terrier ; Gordon Setter; Dt. Drahthaar; Bobtail; Flat Coated Retriever; Bearded Collie; Alaskan Malamute, Collie; Altdeutscher Schäferhund; Kleiner Münsterländer .

²: Mischlingshunde folgender Hunderassen: Münsterländer, Jagdhund, Boxer, Rottweiler und Australian Shepherd.

³: Mischlingshunde ohne weitere Kennzeichnung.

1.2 Geschlechtsverteilung

30 (58,8%) der betroffenen Hunde waren männlich, 21 (41,2 %) waren weiblich (Tabellen 1-3). Genauere Angaben darüber, ob die Hunde kastriert oder nicht kastriert waren, wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

1.3 Gewichtsverteilung

Das Körpergewicht der Hunde variierte zwischen 16,8 kg (Patient 48) bis 57,0 kg (Patient 3) (Tab. 1, 2). Das durchschnittliche Gewicht der weiblichen Tiere betrug 30,5 kg, das der männlichen 37,2 kg. Die Patienten wurden in drei unterschiedlichen Gewichtsklassen eingeteilt.

Abbildung 1 stellt die durchschnittliche Körpergewichtsverteilung der drei verschiedenen Gewichtsgruppen (16-30kg, 31-40kg, 41-57kg) in Prozenten dar.

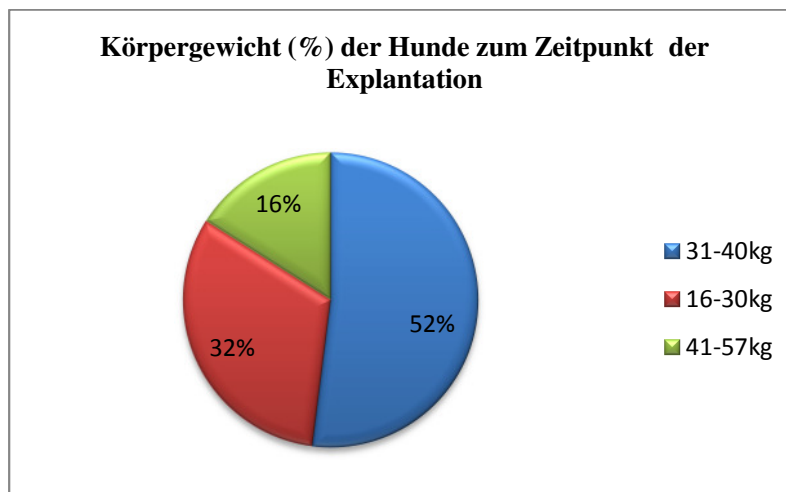


Diagramm 1: 52% der Patienten gehörte der mittleren Gewichtsklasse an (31-40kg), gefolgt von der Gruppe mit einem Körpergewicht zwischen 16-30kg (32%). 16% der Patienten waren schwere Hunde mit einem Körpergewicht über 41kg.

1.4 Altersverteilung

Das Alter des jüngsten Patienten, bei dem eine Explantation durchgeführt wurde, betrug 1,0 Jahr und des Ältesten 12,0 Jahre (Tab. 1 und 2). Das Durchschnittsalter der Hunde war 5,7 Jahre.

1.5 Indikationen für die vorangegangene Hüftendoprothesenoperation

Die Indikationen für die Entscheidung einer Hüftgelenksendoprothese sind in den Tabellen 1–3 aufgelistet. Bei 22 Patienten ließ sich der Grund nicht ermitteln, da die Patienten in auswärtigen Kliniken operativ versorgt wurden. Bei 27 Patienten stellten schmerzhafte Arthrosen im Hüftgelenk die Hauptsymptomatik dar, vereinzelt konnten aber auch andere Diagnosen gestellt werden (Tab. 1–3).

Tab. 5: Indikation und Häufigkeit der Totalendoprothese (TEP)

Indikationen für die Implantation	Anzahl von der Gesamtmenge
Unbekannt	22
Schmerzhafte Koxarthrose	27
Koxarthrose und Luxatio ossis femoris	1
Schmerzhafte Syndesmose nach Resektionarthroplastik	1

40 (78%) Hunde erhielten eine einseitige Hüftendoprothese, welche in unterschiedlichen Zeitabständen wieder explantiert werden musste. Zwei dieser Patienten (Nr. 16 und 33) erhielten im Anschluss daran eine zweite Hüftendoprothese im anderen Hüftgelenk, die bis zum Abschluss der Untersuchungen nicht entfernt werden musste.

1.6 Indikationen für die Explantation der Totalendoprothese

In Tabelle 6 sind die klinischen Indikationen für die Explantation aufgelistet. In 50,9 % (26/51) der Fälle lag eine aseptische Lockerung einer oder beider Komponenten vor, gefolgt von 31,4 % (16/51) mit einer infektiösen Lockerung. Die dritthäufigste Indikation (13,7 %) war eine Prothesenluxation (7/51) zum Teil mit Knochen- (2/7) bzw. Implantatausbruch (Pfanne) (1/7). Bei 3,9 % der Hunde lag ein Implantatbruch (Schaft) (2/51) vor.

Tab. 6: Zusammenfassung und Häufigkeit der Indikationen für die Explantation der Totalendoprothese (TEP)

Indikationen für die Explantation	Häufigkeit des Auftretens
Aseptische Lockerung	23
Septische Lockerung	15
Prothesenluxation (rezidivierend)	4
Aseptische Lockerung mit Femurfraktur	2
Implantatbruch	2
Prothesenluxation mit Implantatausbruch der Pfanne	1
Aseptische Lockerung nach rezidivierender Prothesenluxation mit Trochanterpseudoarthrose	1
Septische Lockerung mit Luxation und Pfannenbruch	1
Prothesenluxation und Femurschaftfraktur	1
Rezidivierende Prothesenluxation mit Pfannenmigration	1

1.6.1 Explantation bei Patienten mit bilateraler Hüftgelenksendoprothese

Bei 10 der 51 (19.6%) Hunde wurden beidseits eine Hüftendoprothesen implantiert (Tab. 7). Das Zeitintervall zwischen beiden Operationen variierte zwischen sieben und 24 Monaten. Erst nach dem zweiten chirurgischen Implantateinsatz traten klinische Komplikationen auf. Dabei fiel auf, dass das zuerst eingesetzte Implantat bei drei von 10 Hunden (Patient Nr. 3, 9 und 17) aufgrund einer aseptischen Lockerung wieder entfernt werden musste. Bei Patient Nr. 17 entsprach der Zeitabstand zwischen beiden Implantateingriffen sieben Monate, bei den Patienten Nr. 3 und Nr. 9 waren es 23 bzw. 24 Monate (Tab. 5). Bei neun von 10 Patienten musste nur ein Implantat explantiert werden, bei einem von 10 Patienten (Patient Nr. 46) mussten beide Implantate entfernt werden.

Tab. 7: Zeitintervall zwischen erster und nachfolgender Totalendoprothese mit anschließender einseitiger Explantation der Patienten mit bilateraler Hüftgelenksendoprothese unter Berücksichtigung der Indikation und Lateralität (re=rechts, li=links).

Patient Nr.	Zeitintervall zwischen beiden Implantationen (Monate)	Körperseite des erstes Implantats	Körperseite Explantat	Indikation der Explantation
3	24	re	re	Aseptische Lockerung 7/10
4	7	re	li	
6	13	re	li	
7	15	li	re	
9	23	li	li	
17	7	re	re	
46	7	re	li (1 Jahr später re)	
10	10	li	re	Septische Lockerung (2/10)
30	4	re	li	
5	8	li	re	Implantatbruch (1/10)

1.7 Zeitintervall zwischen einer Implantation und einer Explantation in Abhängigkeit der Kasuistik

Die 51 Hunde wurden in Abhängigkeit der Diagnose, die zur Explantation führte, in eine der vier Patientengruppen eingeordnet. Bei sieben der 10 Patienten aus der Gruppe der bilateralen Totalendoprothesen wurde eine einseitige aseptische Lockerung diagnostiziert, bei zwei Patienten eine mit septische Lockerung und ein Implantatbruch.

Es wurde tabellarisch festgehalten, welche Prothesentypen sie erhalten hatten und wie groß das Zeitintervall zwischen der Implantation und der Explantation war. Bei einigen Hunden wurde vor der Explantation ein Prothesenwechsel durchgeführt, der jedoch erfolglos blieb.

1.7.1 Überblick der Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothese

Von drei der 26 Patienten (Nr. 38, 45 und 51) mit aseptischer Prothesenlockerung liegen keine präoperativen Dokumentationen vor.

Bei fünf Patienten mit aseptischer Lockerung musste am explantierten Hüftgelenk eine Wechseloperation durchgeführt werden.

- Patient Nr. 6: Wechsel der Pfanne
- Patient Nr. 12: Implantation einer neuen Langhals Richards-Schaft Prothese
- Patient Nr. 4: Implantation eine neue Richardsprothese
- Patient Nr. 9: Implantation einer neuen Pfanne mit Kopf (Biomécanique)
- Patient Nr. 31: kompletter Prothesenwechsel, alio loco

Tab. 8: Daten von Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothesen

Patient Nr.	Alter zum Zeitpunkt der 1. Implantation	Prothesentyp der ersten Operation	Implantat wechsel vor einer Explantation	Zeitintervall zwischen der 1. Implantation und der Explantation
2	6,0 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	0,8 Jahre
3	2,0 Jahre	Biomécanique (11/19)	nein	2,4 Jahre
4	6,2 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	ja	2,2 Jahre
6	11,7 Jahre	Biomécanique (9/16)	ja	0,5 Jahre
7	8,2 Jahre	Biomécanique (9/16)	nein	0,3 Jahre
8	3,5 Jahre	Canine Richards II	nein	1,10 Jahre
9	1,2 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	ja	2,9 Jahre
12	6,9 Jahre	Biomécanique (9/19)	ja	0,9 Jahre
13	5,11 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	0,6 Jahre
15	6,0 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	1,9 Jahre
16	1,2 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	0,6 Jahre
17	1,8 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	4,7 Jahre
18	4,7 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	1,2 Jahre
27	0,9 Jahre	Biomécanique (9/16)	nein	2,3 Jahre
31	2,0 Jahre	unbekannt	ja	3,5 Jahre
32	1,4 Jahre	unbekannt	nein	2,7 Jahre
37	5,0 Jahre	unbekannt	nein	2,0 Jahre
39	3,0 Jahre	unbekannt	nein	3,5 Jahre
43	2,0 Jahre	unbekannt	nein	2,0 Jahre
44	0,11 Jahre	Aesculap-Prothese	nein	0,9 Jahre
46	6,2 Jahre	unbekannt	nein	0,10 Jahre
47	1,3 Jahre	Biomedrix	nein	1,0 Jahre
50	0,8 Jahre	unbekannt	nein	0,9 Jahre

1.7.2 Überblick der Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese

Bei zwei der 16 Patienten (Nr. 40 und 36) fehlten die Daten vom Zeitpunkt vor der Explantation. Von Patient Nr. 40 war ausschließlich bekannt, dass er zuvor mehrmals operiert wurde. Bei drei Patienten (Patient Nr. 10, 20 und 29) mit septischer Lockerung musste am explantierten Hüftgelenk eine Wechseloperation durchgeführt werden. Sie erhielten eine neue Pfanne und einen neuen Kopf (Biomécanique-Prothese).

Tab. 9: Daten von Patienten mit Septische Lockerung der Endoprothesen

Patienten Nr.	Alter zum Zeitpunkt der 1. Implantation	Prothesentyp der ersten Operation	Implantat wechsel vor einer Explantation	Zeitintervall zwischen der 1. Implantation und der Explantation.
1	7,11 Jahre	Biomécanique (9/19)	nein	3 Monate
10	5,2 Jahre	Biomécanique (9/16)	ja	5 Monate
11	1,6 Jahre	Biomécanique (9/19)	nein	2 Monate
14	2,0 Jahre	Biomécanique (9/16)	nein	2 Monate
19	5,6 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	3 Monate
20	2,10 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	ja	5 Monate
21	4,10 Jahre	Biomécanique (6/16)	nein	2 Monate
23	2,8 Jahre	Biomécanique (9/19)	nein	5 Monate
26	7,3 Jahre	Biomécanique (7,5/16)	nein	1 Monate
28	8,6 Jahre	Biomécanique (9/16)	nein	2 Monate
29	unbekannt	Biomécanique (9/19)	ja	3 Monate
30	6,4 Jahre	unbekannt	nein	5 Monate
41	8,1 Jahre	unbekannt	nein	4 Monate
42	5,7 Jahre	unbekannt	nein	5 Monate

1.7.3 Überblick der Patienten mit Luxation der Endoprothese

Bei zwei von sieben Patienten (Nr. 49 und 35) sind keine Daten vor der Explantation vorhanden.

Bei zwei Patienten musste am explantierten Hüftgelenk eine Wechseloperation durchgeführt werden.

- Patient Nr. 25: Wechseln von Pfanne und Kopf (Biomécanique).
- Bei Patient Nr. 33: Wechseloperation „alio loco“.

Tab. 10: Daten von Patienten mit Luxation der Endoprothesen

Patient	Alter zum Zeitpunkt der 1. Implantation	Prothesentyp der ersten Operation	Implantatwechsel vor einer Explantation	Zeitintervall zwischen der 1. Implantation und der Explantation
24	0,11 Jahre	Biomécanique (6/16)	nein	2 Monate
25	9,9 Jahre	Biomécanique (9/16)	ja	0,14 Monate
33	0,10 Jahre	unbekannt	ja	2 Monate
34	1,10 Jahre	unbekannt	nein	16 Monate
48	3,2 Jahre	unbekannt	nein	106 Monate

1.7.4 Überblick der Patienten mit Implantatbruch

Tab. 11: Daten von Patienten mit Implantatbruch der Endoprothesen

Patient	Alter zum Zeitpunkt der 1. Implantation	Prothesentyp der ersten Operation	Implantatwechsel vor einer Explantation	Zeitintervall zwischen der 1. Implantation und der Explantation
5	7,3 Jahre	Canine Richards II	nein	4,1 Jahre
22	4,10 Jahre	Canine Richards II	nein	0,5 Jahre

2 Klinisches Vorgehen

2.1 Präoperative klinische Untersuchung:

Bei 50 von 51 Patienten wurde in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München eine gründliche Anamnese aufgenommen. Die Besitzer der Hunde wurden befragt und die Information aus dem Überweisungsschein des praktischen Tierarztes herangezogen. Folgende Daten waren dabei wichtig:

- Zeitpunkt der Implantation der Hüftgelenksendoprothese („alio loco“ Implantation),
- individuelle Abweichungen von der üblichen operativen Vorgehensweise,
- zeitlicher Verlauf und Art der klinischen Beschwerden,
- Behandlungsablauf (Art und Dosierung verabreichter Medikamente, Dauer der Verabreichung, weitere orthopädische konservative bzw. chirurgische Eingriffe, etc.), sowie
- sonstige Erkrankungen und Verletzungen.

Es folgte ein klinischer allgemeiner Untersuchungsgang zum Ausschluss lokaler bzw. systemischer Erkrankungen (z.B. endokrinologische Störungen, streuende Infektionsherde, Neoplasien, ansteckende Erkrankungen). Weitere Untersuchungen umfassten ein großes chemisches Blutlabor, orthopädischer und neurologischer Untersuchungsgang.

Der orthopädischen Untersuchungsgang beinhaltete die Beurteilung folgender Faktoren:

- Gangbild im Schritt und Trab,
- Schwierigkeiten beim Hinsetzen, Hinlegen bzw. Aufstehen,
- Schmerzempfindung:
 - vergleichende Palpation, Rotation, Flexion, Extension, Abduktion und Adduktion,
- Ausschluss von entstandenen Fisteln, Abszessen sowie Verletzungen im perioperativen Umfeld,
- Vermessung des Muskelumfangs an beiden Oberschenkeln und
- Ausschluss von Gelenkinstabilitäten.

Zur Absicherung der Diagnose wurde bei 50/51 Hunden eine radiologische Untersuchung der betroffenen Hüfte in ventrodorsalem Strahlengang und des betroffenen Oberschenkels in zwei

Ebenen durchgeführt. Zum Ausschluss anderer orthopädischen Erkrankungen (z.B. Kreuzbandriss, Cauda-equina-Kompressionssyndrom) wurden auch die Kniegelenke vergleichend und die Lendenwirbelsäule im latero-lateralen Strahlengang geröntgt.

Bei einem Patienten (Nr. 13) war eine Szintigraphie notwendig, um die Lockerung des Implantates festzustellen.

Bei einem weiteren Hund (Patient Nr. 43) entwickelte sich vor der Explantation ein Abszess im Bereich der Oberschenkelmuskulatur (im M. vastus lat.).

2.2 Narkose und Infektionsprophylaxe

50/51 Hunde wurden einen Tag vor der Operation stationär aufgenommen.

Die Tiere erhielten standardmäßig 12 Stunden vor der Operation ihre letzte Futtermahlzeit und bekamen drei-vier Stunden vor der Prämedikation zum letzten Mal Wasser angeboten.

Ein Venenverweilkatheter (z.B. Braunüle®) wurde in die Vena cephalica der kontralateralen Vordergliedmaße gelegt.

In Tabelle 12 wurde eine Übersicht der zur Narkose eingesetzten Medikamente zusammengestellt.

Als Prämedikation erhielten die Hunde Diazepam (Valium®, Firma Hoffmann La Roche) in einer Dosierung von 1,0 mg/kg KM und als Analgetikum Piritramid (Dipidolor®, Fa. Janssen) 0,2 mg/kg KM intravenös. Die tatsächliche Narkose wurde im Anschluss mit Propofol (Rapinovel®, Fa. Essex) in einer Dosierung von 6,0 mg/kg KM intravenös eingeleitet. Propofol hat eine atemdepressive Wirkung, sodass die Hunde nach Verlust des Schluckreflexes routinemäßig intubiert und künstlich beatmet wurden. Die Erhaltung der Narkose erfolgte als Inhalationsnarkose mit Isofluran bzw. Desfluran in Kombination mit Lachgas und Sauerstoff. Während der Operation erhielten die Tiere eine intravenöse Dauertropfinfusion [(z.B. Tutofusin®, Fa. Baxter) in einer Dosierung von 10 ml/kg/h]. Als Infektionsprophylaxe wurde zweimal – einmal im Rahmen der Narkoseeinleitung und ein anderes Mal am Ende des chirurgischen Eingriffs – ein Breitbandantibiotikum (Cephalosporin, 25 mg/kg/i.v.) appliziert.

Tab. 12: Narkotika und perioperative Medikation

Prämedikation (mg/kg/i.v.)	Diazepam (1,0), Piritramid (0,2)
Einleitung (mg/kg/i.v.)	Propofol (6,0)
Erhaltung (ml/kg)	Isofluran bzw. Desfluran (10 – 15)
Dauertropfinfusion (ml/kg/h)	Vollelektrolytlösung (10)
Antibiotikum (mg/kg/i.v.) 2 x perioperativ	Cephalosporin (25,0)

2.3 Operationsvorbereitungen

Für eine Prothesenexplantation werden in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians- Universität die gleichen standardisierten aseptischen Vorkehrungen eingehalten wie beim Einsetzen einer Hüftgelenksprothese.

Das narkotisierte Tier wurde in einem Vorbereitungsraum gebracht, die betroffene Hintergliedmaße vom Sprunggelenk bis zur Lendenwirbelsäule gründlich geschoren und mit einer jodhaltigen Lösung (Betaisadonna) gewaschen. Die Rute und die Pfote wurden mit Mull- bzw. elastischen Binden eingewickelt, um eine Kontamination mit den Mikroorganismen des Felles zu verhindern. Bereits im Vorbereitungsraum desinfizierte man das Operationsfeld zum ersten Mal.

Der Chirurg und seine Assistenten trugen saubere Operationskleidung, Überschuhe und einen Mundschutz. Der Kopfschutz wurde sorgfältig doppelt angelegt, um das Operationsfeld nicht mit unerwünschten Mikroorganismen (z.B. *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus viridans*) zu infizieren. Über die Operationskleidung wurde ein Einwegoperationsmantel angezogen. Die Operationshandschuhe wurden nach gründlicher Händereinigung und –desinfektion ebenfalls doppelt angelegt.

Die exakte Lagerung des Hundes auf dem Operationstisch erfolgte im Operationsraum wie bei einer Hüftgelenksoperation. Der Hund wurde in Seitenlage auf ein Vakuumkissen gelagert, mit der betroffenen Seite nach oben. Die andere Hintergliedmaße wurde so weit wie möglich nach kaudal gestreckt und mit dem Vakuumkissen fixiert. Die Hüften wurden so gelagert, dass beide Sitzbeinhöcker übereinander und senkrecht zum Operationstisch lagen.

Auch sollte eine gedachte Verbindungslinie zwischen Sitzbein- und Darmbeinhöcker eine Parallele zur Tischebene bilden. Die zu operierende Gliedmaße wurde in maximaler Adduktionsstellung fixiert.

Nach einer zweiten Hautdesinfektion wurde das Operationsfeld schichtweise mit sterilen Papiertüchern, Plastikfolien und Einwegschlitztüchern abgedeckt.

Die unmittelbare Umgebung des Operationsfeldes wurde ebenfalls steril abgedeckt.

Anders als bei einer Implantation wurden Instrumente für den Prothesenausbau sowie für die Zemententfernung bereitgestellt, zusätzlich mussten Instrumente für mögliche intraoperative Komplikationen (siehe Punkt 2.5., z.B. Femurschaftfraktur) vorbereitet liegen. Die Möglichkeit einer intraoperativen Röntgen- bzw. Durchleuchtungskontrolle des Arbeitsfeldes war ebenfalls wichtig.

2.4 Operationstechnik

Der Operationszugang erfolgte von kraniallateral, die Hautinzision wurde an der alten Narbe durchgeführt (üblicherweise wenige Zentimeter dorsal des Trochanter major bis zum proximalen Drittel des Oberschenkels). Mithilfe eines speziellen Klammergeräts wurde eine sterile Gaze an den Wundrändern befestigt, um ein Verrutschen zu verhindern und die Asepsis des Wundgebiets zu gewährleisten.

Nach der Durchtrennung des oberflächlichen Blattes der Fascia lata und der Verbindung zwischen dem M. gluteus superficialis und dem M. tensor fasciae latae wurde die Gelenkkapsel nach stumpfer Präparation zwischen dem M. gluteus medius, dem M. rectus femoris und den darunterliegenden Muskeln (M. gluteus profundus und M. vastus lateralis) freigelegt. Noch vorhandenes altes Nahtmaterial musste entfernt werden. Es wurde eine Teilinzision des M. gluteus profundus und ein Längsschnitt in die manchmal fibrotisch verdickte Gelenkkapsel durchgeführt, sodass die Hüftgelenksendoprothese freigelegt werden konnte.

Falls dies nicht schon von selbst passiert war, wurde der Prothesenkopf aus der Pfannenkomponente luxiert. Das proximale Femurende wurde mit einem Hohmann-Hebel hochgelagert und das Bein um 90 Grad rotiert. Danach trennte man zuerst den Ersatzkopf vom Schaft. Anschließend wurde der Schaft mit Hammer und Meißel rausgeschlagen.

Überschüssiges Narben- bzw. Granulationsgewebe, welches sich um das Gelenk und um die Knochenenden gebildet hatte, konnte nun dargestellt und sorgfältig wegpräpariert werden. Der Femur wurde wieder in eine neutrale Position gelagert. Somit konnte der Zugang zum Pfannenimplantat und dem damit verbundenen Zement gewährleistet werden. Das Azetabulum wurde freipräpariert und anschließend die künstliche Pfanne aus ihrer knöchernen Einbettung herausgeschlagen. Bei der Entfernung der Pfanne wurde auch der Zementmantel herausgebrochen. Die sorgfältige Entfernung des restlichen Zements erfolgte mithilfe eines Osteotoms, einem scharfen Löffel und einer kontinuierlichen Spülung des Operationsfelds mit einer sterilen und körperwarmen Kochsalzlösung. Die künstliche Pfanne wies gelegentlich gelbe Abriebspuren auf, teilweise war das Azetabulum schwarz verfärbt. Mögliche überschüssige Knochenzubildungen am Rand des Azetabulums wurden mit der Löscherzange entfernt.

Um einer möglichen Infektion vorzubeugen, mussten alle Fremdkörper bei dem chirurgischen Eingriff entfernt werden. Es handelte sich dabei um Fremdmaterial von der vorangegangenen Implantatoperation wie Osteosyntheseplatten, Schrauben, Cerclagen und Knochenzement. Nach der Entfernung der metallenen Fremdkörper wurde daher die proximale Femoralöffnung nochmals mit Hilfe des Hohmann-Hebels hochgelagert und die Zementreste so gut wie möglich daraus entfernt. Es war notwendig, auf Höhe des proximalen Endes des Prothesenschaftes den Femurknochen zu fenestrieren, um den restlichen Zement komplett entfernen zu können. Dafür wurde seitlich, subtrochantär und in Längsrichtung am Femur ein ungefähr drei cm breites und rechteckiges Fenster mit Hilfe einer oszillierenden Säge gefräst, wobei der distale Rand des Knochenfensters konvex gerundet gestaltet wurde. Die Säge wurde derart betätigt, dass sich ihr Sägeblatt ruckartig nur um wenige Grade vor und zurück bewegte. Nach dem Hochklappen des Knochensteiges konnte der Knochenzement leicht entfernt werden.

Sollte der Zement in den gut erhaltenen Knochen eingedrungen sein, war es ratsam, den Femurknochen nach der Zemententfernung aufzubohren oder mit einem scharfen Löffel zu kürettieren und mit einer pulsierten Lavage (Kochsalzlösung bzw. mit Lavasept) auszuspülen. Nach kompletter Entfernung der Zementreste verschloss man das Knochenfenster mit Kortikalis-Stellschrauben (2 x 2,7er). Abschließend musste der Femur noch auf mögliche Fissurfrakturen überprüft werden, die vielleicht durch die Knochenfenestration entstanden waren. Die Entfernung der abgebrochenen Schaftprothesen erwies sich manchmal als

problematisch: Intraoperativ wurden zwei Bohrlöcher in den mittleren Schaftbereich des Femurs angelegt, um von distal die Prothese und den Zementköcher auszuschlagen.

Danach wurde der proximale Femurschafttrand mit der oszillierenden Säge angefrischt, um den sklerotischen Knochen zu entfernen.

Zur Qualitätssicherung wurde eine Tupferprobe vom Femurschaft und dem Pfannenbereich entnommen und eine bakteriologische Untersuchung eingeleitet. Außerdem ließ man diverse intraoperativ entnommene Gewebs- und Zementproben mikrobiologisch und pathologisch auswerten.

Anschließend erfolgte der Verschluss der Gelenkkapsel mit einer überlappenden Naht (langsam resorbierbares Nahtmaterial, PDS[®]), gefolgt von der Reinsertion des M. gluteus prof. mit einer Sehnennaht (ebenfalls PDS[®]). Die restlichen Gewebeschichten wurden in Schichten verschlossen (Monocrylfaden[®]). Die Hautnaht erfolgte mit Miralene[®].

Bei Verdacht einer möglichen Infektion wurde vor dem Wundverschluss eine Spül-Saug-Drainage (Redon Drainage) eingelegt, um die ansammelnde Wundflüssigkeit (Blut bzw. Serum) nach außen abzuleiten.

In einem Fall mit aseptischer Lockerung und einem Abszess in der Oberschenkelmuskulatur (M. Vastus lat.), wurde vorsichtshalber auch ohne direkten Infektionsverdacht eine Drainage (Redon Drainage) eingelegt.

2.5 Intraoperative Komplikationen bei der Explantation

In der Chirurgischen Tierklinik kam es bei 18 von 50 operativen Implantatentfernungen zu intraoperativen Komplikationen. Teilweise traten Schwierigkeiten beim Entfernen der Femurkomponenten auf, wenn diese nicht gelockert bzw. nur teilgelockert waren und der femurale Hüftprothesenteil nicht mit einem einfachen Handausschläger entfernt werden konnte. Der Operateur lief Gefahr, mit großem Kraftaufwand den Femur unkontrolliert abzusprengen oder gar eine Femurschaftfraktur auszulösen. Bei der Zemententfernung bestand eine weitere wichtige Komplikation in der unvollständigen Zemententfernung.

Bei einem Patient (Nr. 19) entstand ein ca. 2 cm langes Knochen-/Zement-Fragment proximal des Trochanter Majors, das postoperativ röntgenologisch diagnostiziert wurde.

Bei einem weiteren Hund gelang die Reposition der Luxation nicht. Durch hochgradige Muskelkontrakturen entstand eine Femurfraktur (Patient Nr. 24).

Tab. 13: Zusammenfassung und Häufigkeit intraoperative Komplikationen für die Explantation

Patient	Komplikation	Ursächliche Manipulation	Häufigkeitsrate (von 18 Operationen)
6, 38, 39, 46	Fissur medial und proximal am Femur	Zemententfernung	4
6, 14, 27, 28	Unzureichend entfernter Zement	Zemententfernung	2
13, 34	Femurstückfraktur	Entfernung der Femurprothese	2
22, 25	Spiralfraktur lateral am Femur	Entfernung der Femurschaftprothese	2
7	Fissur distal am Femur	Zemententfernung	1
10	Fissur am Femur, distal und längs des Fenestrationsfensters	Zemententfernung	1
2	Fissur am Femur, längs am cranialen Knochenrand	Zemententfernung	1
50	Querfraktur am Femur	Zemententfernung	1
41	Schrägfraktur am Femur	Zemententfernung	1
47	Verletzte Kortikalis distal des alten Zementbettes	Zemententfernung	1
45	Fraktur des Trochanter Major	Fenestration des Femurs	1
24	Femurschaftfraktur	Reposition einer Luxatio femoris	1

2.6 Nachbehandlung und postoperative Komplikationen

Bei der Explantation blieben die Patienten im Durchschnitt sieben Tage stationär in der Chirurgischen Tierklinik. Das war im Schnitt vier Tage länger als nach einer Hüftgelenksendoprothese (HOLZ 2002). Die Aufenthaltsdauer variierte aber zwischen zwei Tagen und 25 Tagen.

Die Hunde wurden während der Aufwachphase auf der Intensivstation medizinisch überwacht und verblieben dort bei aufgetretenen Komplikationen auch längere Zeit unter Kontrolle.

Die Fäden der Hautnaht konnten nach 10 Tagen gezogen werden. Die Wundnaht wurde in der Regel von den Hunden gut geduldet, sehr selten musste ein Halskragen eingesetzt werden, um ein Benagen der heilenden Wunde zu vermeiden. Die Wundheilung wurde in der Regel bis

zum achten Tag dokumentiert. Bei reizlosen, trockenen Wundoberflächen konnte die Wundheilung an den achten Tag als „normal“ eingestuft werden, im Falle einer blutigen bzw. serösen Wundsekretion als „verzögert“.

Die Patienten mit einer aseptischen Lockerung erhielten nur selten und nach Ermessen des Operateurs eine weiterführende Antibiotikatherapie. Patienten mit einer septischen bzw. aseptischen Lockerung, bei den es zu intra- oder postoperativen Komplikationen kam, erhielten jedoch stets eine antibiotische Nachbehandlung und eine Schmerztherapie. Das eingesetzte Antibiotikum wurde in Abhängigkeit des Ergebnisses der bakteriologischen Untersuchung der intraoperativ entnommenen Tupferproben (Institut für Mikrobiologie der Tiermedizinischen Fakultät LMU München) angepasst. Zur Schmerzlinderung wurde in den meisten Fällen ein nicht steroidales Antiphlogistikum verabreicht (Carprofen (Rimadyl®), Fa. Pfizer, 4,0 mg/kg KM).

Sehr häufig trat als postoperative Komplikation ein Senkungsödem am operierten Oberschenkel auf, welches sich leicht mit Hilfe von Druckverbänden bekämpfen ließ.

Bei vier Hunden traten schwerwiegendere Komplikationen während der Nachbehandlung auf. In zwei Fällen entwickelte sich die intraoperativ entstandene Femurfissur zur Fraktur (Patient Nr. 6 und 46). Dies konnte auch trotz sofortiger intraoperativer Versorgung der Fissur (Patient Nr. 6) nicht vermieden werden. Beide Hunde mussten chirurgisch durch eine Osteosynthese nachversorgt werden.

Zwei weitere Hunde erlitten neurologische Ausfälle unterschiedlichen Grades (Patient Nr. 13 und 45) und konnten die operierte Gliedmaße nicht belasten. Ein Hund erholte sich nach Entfernung der Osteosyntheseplatte (Patient Nr. 45), bei einem anderen Hund (Patient Nr. 13) trat eine Spontanheilung auf.

Die intraoperativ eingelegten Drainagen wurden beim stationären Aufenthalt täglich nachkontrolliert, gereinigt und bei Bedarf wieder entfernt.

Bei einem Patienten (Nr. 33) musste am fünften postoperativen Tag ein Hämatom, welches sich subkutan am Oberschenkel gebildet hatte, gespalten werden. Die dabei eingelegte Drainage wurde acht-10 Tage belassen.

Aufgrund einer Serombildung wurde auch bei Patient Nr. 28 drei Tage postoperativ eine Drainage eingelegt.

3 Klinische Ergebnisse

3.1 Zusammenfassung der präoperativen speziellen Befunde

Vor einer präoperativen stationären Aufnahme der Hunde wurden spezielle Untersuchungen durchgeführt und dokumentiert:

1. Standardisierte Lahmheitsuntersuchung,
2. Objektivierung einer vorhandenen Muskelatrophie durch vergleichende Messungen des Oberschenkelumfangs,
3. Beurteilung der Schmerzempfindung, sowie
4. neurologischer Untersuchungsgang.

Für die objektive Befundung einer vorliegenden Muskelatrophie bzw. –hypertrophie wurden die Hunde zuerst im Stehen untersucht. Im Falle einer asymmetrischen Bemuskulung der Oberschenkel wurden deren Durchmesser an standardisierten anatomischen Richtpunkten mit einem speziellen Messband vergleichend vermessen.

Die Objektivierung von Schmerzempfinden ist schwer und muss vom Untersucher subjektiv geschätzt werden. In den Krankenblättern wurde der Schmerz aufgrund der Lahmheit und des Verhaltens der Hunde bei Manipulation der betroffenen Hintergliedmaße dokumentiert (Beugung, Streckung, Ab- und Adduktion des Hüftgelenkes im Liegen). Dabei waren folgende Reaktionen bedeutend: Hecheln, Unruhe, Unwille zu Stehen bzw. sich hinzusetzen, unphysiologische Körperhaltung, Lautäußerungen (Winseln bis hin zum lauten Aufschrei), aggressives Verhalten (Eigenmutilation bis hin zur Beißaggression), Salivation und die Weite der Pupillen.

3.1.1 Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothese

In allen Gangarten (Schritt, Trab und Galopp) wiesen die 26 Hunde (siehe auch Punkt 1.6.) dieser Gruppe eine unterschiedlich schwerwiegende Lahmheit auf.

- Bei vier Hunden (Patient Nr. 3, 7, 9 und 16) wurde eine geringgradige Lahmheit dokumentiert.
- 17 Patienten zeigten die Patienten bereits eine mittelgradige Lahmheit (Patient Nr. 2, 4, 6, 8, 12, 15, 18, 27, 31, 32, 37,39, 44, 45, 46, 47 und 50).
- Ein Patient wurde als mittel- bis hochgradig lahm eingestuft (Patient Nr. 17).

- Nur bei drei Hunden (Patient Nr. 13, 38 und 43) war die Lahmheit hochgradig.
- Beim 26. Patient (Patient Nr. 51) lag keine präoperative klinische Dokumentation vor.

5 Hunden entlasteten beim Stehen deutlich die betroffene Hintergliedmaße (Patienten Nr. 9, 44, 45, 47 und 50).

10 Patienten konnten bereits unmittelbar nach der Hüftgelenksimplantation nicht physiologisch laufen (Patient Nr. 3, 12, 13, 16, 44, 31, 32, 37, 39 und 47). Die restlichen 16 Patienten konnten zwar nach der Implantation sofort gut laufen, verschlechterten sich aber wieder progressiv.

Die Asymmetrie der Bemuskulung der Oberschenkel war unterschiedlich ausgebildet. Die Unterschiede der Durchmesser beider Oberschenkel rangierten zwischen 2 cm und 7 cm.

Die Schmerzempfindung wurde folgendermaßen dokumentiert:

- Bei vier Patienten waren der Femurknochen sehr druckdolent und das Gebiet der Hüftprothese schmerzhaft (Patient Nr. 6, 12, 37 und 47). Einer dieser Patienten hatte auch bei der Extension Schmerzen (Patient Nr. 6).
- Das Hüftimplantat war bei acht Patienten bei der Rotation und Abduktion freibeweglich, jedoch bei der Extension schmerzhaft (Patient Nr. 2, 3, 4, 7, 15, 31, 32 und 43). Zwei Patienten hatten auch beim Flexion Schmerzen (Patienten Nr. 3 und 32).
- Bei vier Patienten konnte das betroffene Hüftgelenk weder rotiert noch gestreckt werden (Patient Nr. 13, 17, 27 und 45).
- Zwei Hunde empfanden Schmerz bei der Extension, Flexion und Rotation der Hüfte (Patient Nr. 38 und 39).
- Ein Patient zeigte Schmerzzeichen bei der Abduktion und Adduktion der Hüftprothese (Patient Nr. 16).
- Bei sieben Hunden waren keine Anhaltspunkte für Schmerzen feststellbar.
- Bei vier der Fälle konnte bei der Rotation des künstlichen Hüftgelenkes eine Krepitation ausgelöst werden (Patient Nr. 6, 15, 17 und 38).

Bei der Untersuchung des Kniegelenkes hatten zwei Hunde Schmerzen bei einer passiven Extension (Patient Nr. 13 und 45). Bei den übrigen Tieren waren die Kniegelenke beidseits ohne besondere Befund.

Die neurologische Untersuchung war bei allen 26 Patienten unauffällig.

3.1.2 Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese

Bei 16 von 51 Hunden (siehe auch Punkt 1.6.) lag eine Lockerung der Endoprothese vor. Ihr Lahmheitsgrad war unterschiedlich stark ausgeprägt.

- Drei Patienten (Nr. 1, 19 und 20) zeigten eine geringgradige Lahmheit.
- Zwei Hunde zeigten eine mittelgradige Lahmheit (Patient Nr. 11 und 28).
- Drei Patienten wurden als mittel- bis hochgradig lahm eingestuft (Patient Nr. 14, 23, und 21).
- Die meisten der Hunde (8/16) waren hochgradig lahm und belasteten die betroffene Hintergliedmaße gar nicht bzw. tippten diese nur gelegentlich vorsichtig auf (Patient Nr. 10, 26, 29, 30, 36, 40, 41 und 42).

Die Muskelatrophie wurde bei allen 16 Patienten als mittel bis hochgradig beurteilt, ohne dass weitere Angaben zum Muskelumfang dokumentiert wurden.

Häufig auftretende erste Anzeichen einer septischen Lockerung der Endoprothese können erhöhte Körpertemperatur, Schmerzen sowie die Bildung von Fisteln sein. Fünf Patienten (Nr. 11, 30, 40, 41 und 42) hatten eine erhöhte rektale Körpertemperatur (39,3–40,0°). Bei 11 Hunden war die Körpertemperatur physiologisch.

- Die Schmerzempfindung aufgrund der septischen Lockerung wurde wie nachfolgend beschrieben beurteilt:
- Bei sechs Hunden waren die Extension, Flexion und Rotation des Hüftgelenkes sehr schmerzhaft (Patient Nr. 10, 19, 21, 23, 28 und 40).
- Bei einem Patient (Nr. 14) wurde Flexion der Hüfte unangenehm beschrieben, aber die Palpation des Femurschaftes war nicht schmerzhaft.
- Ein Patient (Nr. 30) zeigte eine hochgradige Streckhemmung im künstlichen Gelenk. Dessen Beugung war möglich, jedoch sehr schmerzhaft.
- Bei einem Patient (Patient Nr. 1) war die Hüfte bei der Rotation und Abduktion der Hüfte freibeweglich, jedoch bei der Extension schmerzhaft.
- Ein Patient hatte bei Manipulationen eine freibewegliche Hüfte (Patient Nr. 20).
- Bei den übrigen sechs Hunden wurde die Manipulation des Hüftimplantates ohne genauere Angaben als schmerzhaft beschrieben.

Bei der Untersuchung des Kniegelenks zeigten zwei Patienten (Nr. 21 und 30) Anzeichen von Schmerzen. Bei Patient Nr. 30 war sogar der Tarsus bei der Streckung schmerzhaft. Bei den anderen 14 Tieren waren die Kniegelenke beidseits ohne besonderen Befund. Bei keinem der 16 Hunde kam es – trotz septischer Lockerung des Hüftendoprothese – zur Fistelbildung. Bei keinem der 16 Patienten wurden neurologische Defizite festgestellt. Dennoch wurde bei Patient Nr. 10 eine Elektromyografie durchgeführt, ohne dass ein Hinweis auf ein neurologisches Problem gefunden werden konnte, sodass die Atrophie als Inaktivitätsatrophie bezeichnet werden konnte.

3.1.3 Patienten mit Luxation der Endoprothese

Dieser Gruppe wurden 7/51 Hunde zugeordnet (siehe auch Punkt 1.6.).

- Vier Patienten wurden mit einer rezidivierenden Luxation der Endoprothese vorgestellt (Patient Nr. 24, 25, 33 und 49).
- Ein Hund hatte eine Prothesenluxation mit Pfannenmigration (Patient Nr. 34).
- Bei einem Hund war der Implantatkopf luxiert und die künstliche Pfanne ausgebrochen (Patient Nr. 48).
- Bei einem Hund (Patient Nr. 35) war die Prothese luxiert und der Femurschaft frakturiert.

Bei der Lahmheitsuntersuchung wurde bei fünf Hunden eine mittel- bis hochgradige Lahmheit diagnostiziert. Patient Nr. 48 entlastete auch im Stand die Gliedmaße. Ein Patient (Nr. 35) lief hochgradig lahm und belastete die betroffene Hintergliedmaße kaum. Ein Patient wurde als geringgradig lahm beurteilt (Patient Nr. 24).

Vorhandene Muskelatrophien wurden auch in dieser Gruppe vom Untersucher nur subjektiv beschrieben. In allen sieben Fällen lag eine mittelgradige Muskelatrophie des Oberschenkels der versorgten Hintergliedmaße vor. Bei einem Patienten (Nr. 33) wurde die komplette Beckengliedmaße als atrophisch bezeichnet. Die Glutealmuskulatur war derart stark abgebaut, dass man adspektorisch den darunter liegenden Trochanter Major erkennen konnte.

Die Schmerzempfindung wurde folgendermaßen beurteilt:

- Zwei Patienten waren hochgradig schmerzhaft bei Extension (Patient Nr. 33 und 34).
- Zwei Hunden hatten Schmerzen bei der Rotation des künstlichen Hüftgelenkes (Patient Nr. 24 und 49).
- Bei drei Patienten (Nr. 25, 35 und 48) wurde kein Schmerzzeichen beobachtet.

- Beim Patient Nr. 35 war der Oberschenkel stark geschwollen und druckdolent.

Bei einem Patienten (Nr. 33) wurde in dem Hüftgelenk die Krepitation als fühlbar dokumentiert.

Alle untersuchten Kniegelenke der Patienten waren stabil. Die neurologische Untersuchung ergab bei allen sieben Patienten keine Defizite.

3.1.4 Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese

Bei diesen zwei der insgesamt 51 Hunde (siehe auch Punkt 1.6.) war die Lahmheit ungewöhnlich schnell und stark ausgeprägt, sie gingen hochgradig lahm. Patient Nr. 5 entlastete die betroffene Hintergliedmaße im Stehen. Die Muskelatrophie wurde bei beiden Patienten nicht bewertet, es gab keine Angaben des Muskelumfangs.

Bei 2 Patienten wurde die Manipulation des Hüftgelenks ohne genauere Angaben als sehr schmerzhaft beschrieben. Patient Nr. 5 hatte gesteierte Hintergliedmaße (explantierte Seite). Bei den Hunden waren die Kniegelenke beidseits ohne besonderen Befund. Die Hunde zeigten keine neurologischen Auffälligkeiten.

3.2 Zusammenfassung der postoperativen Befunde

Nach der Explantation wurden die Hunde während des stationären Aufenthaltes von verschiedenen Tierärzten nachuntersucht. Folgende klinische Befundungen wurden in dieser Arbeit retrospektiv zusammengefasst und ausgewertet:

1. Belastungszeitpunkt und -grad der Extremität,
2. Verlauf der Wundheilung,
3. Entstehung von Fisteln bzw. Abszessen,
4. Dauer der Verabreichung von Antibiotika,
5. Dauer der Verabreichung von Schmerzmitteln,
6. neurologischer Untersuchungsgang.

3.2.1 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit aseptischer Lockerung der Endoprothese

Die 26 Hunde dieser Gruppe (siehe auch Punkt 1.6.) belasteten die explantierte Extremität im Durchschnitt zum ersten Mal nach drei Tagen. Manche Hunde belasteten sie bereits ab dem

ersten Tag nach der Operation, andere brauchten bis zu sieben Tage. Nicht berücksichtigt wurden hier die zwei Patienten, bei denen sich die Femurfissur zu einer Fraktur entwickelt hatte (siehe auch Punkt 2.6.). Bei Patient Nr. 51 lagen für die Dauer des stationären Aufenthalts keine Daten vor.

Zum Zeitpunkt der Entlassung aus der Klinik wurde der Belastungsgrad der betroffenen Extremität schriftlich festgehalten:

- Zehn Hunde belasteten vorsichtig (Patient Nr. 4, 6, 9, 12, 15, 16, 17, 37, 43 und 47).
- Neun Patienten belasteten gut (Nr. 3, 8, 18, 27, 31, 32, 39, 44 und 50).
- Zwei Hunde tippten die Zehen vorsichtig auf (Patient Nr. 2 und 7).
- Ein Hund belastete die Extremität nur im Stand (Patient Nr. 38).
- Ein Patient setzte die Extremität nur tageweise auf (Patient Nr. 46).
- Zwei Hunde belasteten überhaupt nicht (Patient Nr. 13 und 45 siehe auch Punkt 2.6.).

Die Wundheilung verlief bei 19 Hunden normal. In sechs Fällen wurde eine verzögerte Heilung mit einer geringgradig serösen bzw. blutigen Wundsekretion dokumentiert. Es entstanden weder oberflächliche Wundinfektionen noch Fisteln oder Abszesse im Operationsbereich oder im Bereich des Oberschenkels. Die 26 Hunde erhielten im Durchschnitt 15 Tage lang eine Antibiose. Der Zeitraum variierte zwischen 5 und 27 Tagen postoperativ. Neun Hunde benötigten kein Antibiotikum.

20 Patienten wurden für 4–30 Tage mit Schmerzmitteln behandelt, im Durchschnitt waren es 17 Tage postoperativ. Zwei Hunde hatten neurologische Ausfälle (Patient Nr. 13 und 45). Patient Nr. 45 wurde am 5. Tag nach der Explantation mit Hochfrequenzstrom untersucht. Die Ergebnisse waren plantar/lateral: leicht stimulierbar; medial: stimulierbar erst ab Stufe 4. Der gleiche Patient wurde am 11. Tag nachuntersucht. Das Ergebnis hatte sich verbessert: lateral/medial: auf Stufe 1 stimulierbar.

3.2.2 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit septischer Lockerung der Endoprothese

Die 16 Hunde dieser Gruppe (siehe auch Punkt 1.6.) belasteten die explantierte Extremität durchschnittlich nach fünf Tagen, also zwei Tage später als die Hunde mit einer aseptischen Lockerung. Manche Hunde belasteten die operierte Hintergliedmaße auch schon ab dem ersten Tag nach der Operation, andere brauchten bis zu 12 Tage.

- 11 Patienten belasteten vorsichtig (Nr. 1, 11, 19, 20, 23, 26, 28, 36, 40, 41 und 42).

- Ein Patient (Nr. 14) belastete intermittierend. Dann erfolgte eine vorsichtige Belastung mit Endorotation.
- Ein Patient (Nr. 29) belastete gut und war beschwerdefrei.
- Ein (Patient Nr. 21) Hund tippte im Stand vorsichtig auf, belastete aber im Schritt nicht.
- Ein Patient (Nr. 10) tippte nur vorsichtig auf.
- Ein Patient (Nr. 30) belastete beim Laufen und entlastete beim Stehen.

Bei 11 Patienten verlief die Wundheilung normal. Bei den restlichen 5 Hunden wurde eine verlängerte Wundheilung mit geringgradiger Sekretion bzw. geringgradig blutiger Sekretion beobachtet. Bei 2 Fällen entwickelte sich eine oberflächliche Wundinfektion. In keinem Fall wurden nach der Explantation Fisteln oder Abszesse im Operationsbereich oder im Bereich des Oberschenkels entdeckt. Alle Patienten erhielten eine Antibiotikabehandlung nach einem Antibiotigram. Die kürzeste Anwendung erfolgte über 10 Tage, die längste dauerte 39 Tage. Im Durchschnitt waren es 15 Tage postoperativ.

Bei zwei Patienten wurde keine Schmerztherapie durchgeführt, 14 Patienten wurden mit Schmerzmittel behandelt. Die Dauer der Schmerzmittelverabreichung variierte; die längste Anwendung erfolgte über 50 Tage, die kürzeste über 2 Tage, im Durchschnitt waren es 20 Tage.

Tab. 14: Bakterielle Erreger bei Hunden mit septischer Lockerung des Implantates.

Patient Nr.	Erreger	Identifizierung der Erreger wurden Kulturen aus
1	<i>Staphylococcus intermedius</i>	Der Gelenkhöhle und Membran am Knochen-interface
40 ¹	<i>Staphylococcus intermedius</i>	Umgebung von Pfanne und Schaft
29	<i>Staphylococcus Intermedius</i>	Subfasziales Serom, Membran Interface Zement-Acetabulum
28	<i>Staphylococcus intermedius</i>	Infizierte Gewebe
14	<i>Staphylococcus intermedius</i>	Umgebung von Pfanne und Schaft
41	<i>Staphylococcus intermedius</i>	Infizierte Gewebe
36	<i>Staphylococcus aureus</i>	2 Zement Stücke
42	<i>Escherichia coli</i>	Knochen Membran
21	<i>Escherichia coli</i>	Zement-Knochen-Interface
26	<i>Escherichia coli</i>	Umgebung von Pfanne und Schaft
19	<i>Escherichia coli mucoid</i>	Membran Interface von Pfanne und Schaft
11	<i>Escherichia coli mucoid</i>	Umgebung von Pfanne und Schaft
20	<i>Enterobacter cloacae</i>	Bindegewebe Membran Knochen-Zement grenze
23	<i>Enterobacter cloacae</i>	Haut, Kunstpfanne, Schrauben
30	<i>Grampositive Micrococcaceae</i>	Membran aus Markraum Femur und Zement von der Pfanne
10	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Knochen Membran

Legende für Tabelle 14:

- ¹Bei Patient Nr. 40 wurde gleichzeitig eine hochgradige Otitis externa behandelt, die den gleichen Erreger (*Staphylococcus intermedius*) aufwies.

3.2.3 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit Luxation der Endoprothese

Der postoperative Belastungszeitpunkt betrug bei dieser Gruppe mit sieben Patienten zwischen ein und sieben Tagen. Der Mittelwert lag bei drei Tagen.

Bei der Entlassung wurde die Belastung der Luxationspatienten wie folgt beschrieben:

- zwei Patienten belasteten gut (Nr. 33 und 49),
- drei Patienten belasteten vorsichtig (Nr. 24, 25 und 35),
- ein Patient (Nr. 34) tippte zaghaft auf und
- für einen Patient (Nr. 48) existierten keine Angaben.

Bei fünf Patienten verlief die Wundheilung normal. Bei den anderen Patienten lag eine verlängerte Wundheilung mit geringgradiger Sekretion vor. Bei einem Patient wurde die Wunde bis zum vierten Tag als reizlos beschrieben, am fünften postoperativ Tag bildete sich jedoch ein-Hämatom subkutan am Oberschenkel (siehe Punkt 2.6.). In keinem der Fälle wurden nach der Explantation Fisteln oder Abszesse im Operationsbereich oder im Bereich des Oberschenkels entdeckt.

Ein Antibiotikum wurde über fünf Tage, längstens jedoch über 10 Tage verabreicht. Im Durchschnitt waren es acht Tage. Bei einem Patienten wurde keine Schmerztherapie durchgeführt. Die sechs anderen Patienten wurden mit Schmerzmittel behandelt. Die Dauer der Schmerzmittelverabreichung betrug längstens 30 Tage, kürzestens 15 Tage und im Durchschnitt 20 Tage.

3.2.4 Stationärer Aufenthalt der Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese

Patient Nr. 5 belastete bis zum vierten Tag sehr zögerlich. Patient Nr. 5 und Nr. 22 belasteten bei der Entlassung vorsichtig. In keinem Fall wurde über eine verlängerte Wundheilung oder eine Infektion berichtet. Die Wundheilung lief normal. Beide Patienten benötigten keine Medikamente.

3.3 Zusammenfassung der klinischen Befunde nach der Entlassung aus der Klinik

Nach der stationären Entlassung erfolgte bei vielen Hunden eine Verlaufskontrolle an der Chirurgischen Tierklinik. Sie wurde von verschiedenen Tierärzten nach einem standardisierten Verfahren durchgeführt. Ihre klinischen Aufzeichnungen wurden zur Auswertung in dieser Studie herangezogen.

Beim orthopädischen Untersuchungsgang wurde untersucht:

- Beurteilung des Gangbildes im Schritt und Trab,
- Schwierigkeiten beim Hinsetzen, Hinlegen bzw. Aufstehen,
- Beurteilung der Schmerzempfindung:
 - vergleichende Palpation, Rotation, Flexion, Extension, Abduktion und Adduktion,
- Ausschluss von entstandenen Fisteln, Abszessen sowie Verletzungen im perioperativen Umfeld,

- Vermessung des Muskelumfangs an beiden Oberschenkeln.

Ebenso wurde eine neurologische Untersuchung durchgeführt.

3.3.1 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese

Der Beobachtungszeitraum lag zwischen ein und 96 Monaten, es wurden 16 der 26 Tiere nachuntersucht. Nach zwei Monaten wurden 8 Patienten zu einer Nachkontrolle vorgestellt (siehe Tab. 16). Danach reduzierte sich die Anzahl der zur Nachuntersuchung vorgestellten Patienten deutlich. Vom dritten Monat bis zum ersten Jahr wurden sieben Hunde vorgestellt, davon vier zu einer Verlaufskontrolle (Patient Nr. 3, 44, 45 und 46), zwei Tiere zur Nachbehandlung einer Komplikation (Patient Nr. 8 und 6) und ein Hund aufgrund eines akuten Insults (Patient Nr. 9).

Im zweiten Jahr wurden sechs Hunde vorgestellt. Drei zur Verlaufskontrolle (Patient Nr. 9, 37, 43), zwei aufgrund einer 2. Implantation (Patient Nr. 16) bzw. Explantation (Patient Nr. 46) und einer aufgrund einer anderen Erkrankung (Patient Nr. 4).

Zwischen dem dritten und dem achten Jahr konnten nur noch vier Hunde untersucht werden, zwei davon zur Kontrolle (Patient Nr. 17 und 50), einer aufgrund einer chronischen Erkrankung (Patient Nr. 37) und einer aufgrund eines akuten Traumas (Patient Nr. 43).

Tab. 15: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen

Zeitpunkt der Untersuchung	Anzahl an Untersuchungen
1 - 2 Monate	8
3 - 6 Monate	5
7 - 12 Monate	5
12 - 24 Monate	7
48 Monate	1
72 Monate	1
84 Monate	1
96 Monate	1

In den Tabellen 16, 17 und 18 sind die Aufzeichnungen der Hunde in Bezug auf ihren Lahmheitsgrad, die Muskelatrophie sowie deren Schmerzempfindung zusammengefasst. Bei manchen Hunden, die nicht zur Verlaufskontrolle, sondern wegen einer anderen Operation oder eines Trauma vorgestellt wurden, fehlen diese Aufzeichnungen zeitweise. Deswegen wurden sie nicht immer in den Tabellen aufgenommen (Patient Nr. 3, 4, 8, 37, und 50).

Tab. 16: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Keine Lahmheit	Geringgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Mittelgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Hochgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Hinterhandschwäche (Anzahl und Identität)
1 – 2 Monate	Patient Nr. 9	Patient Nr. 2, 17, 43 und 44	Patient Nr. 4, und 31	-	-
3 – 6 Monate	Patient Nr. 44	Patient Nr. 6 und 9	-	Patient Nr. 45	
7 – 12 Monate	Patient Nr. 46	Patient Nr. 45	Patient Nr. 6	-	Patient Nr. 8
12 – 24 Monate	Patient Nr. 16	Patient Nr. 9, 37, 43 und 46	-	-	-
72 Monate	Patient Nr. 17	-	-	-	-
84 Monate	-	Patient Nr. 50	-	-	-
96 Monate	-	Patient Nr. 50	-	-	-

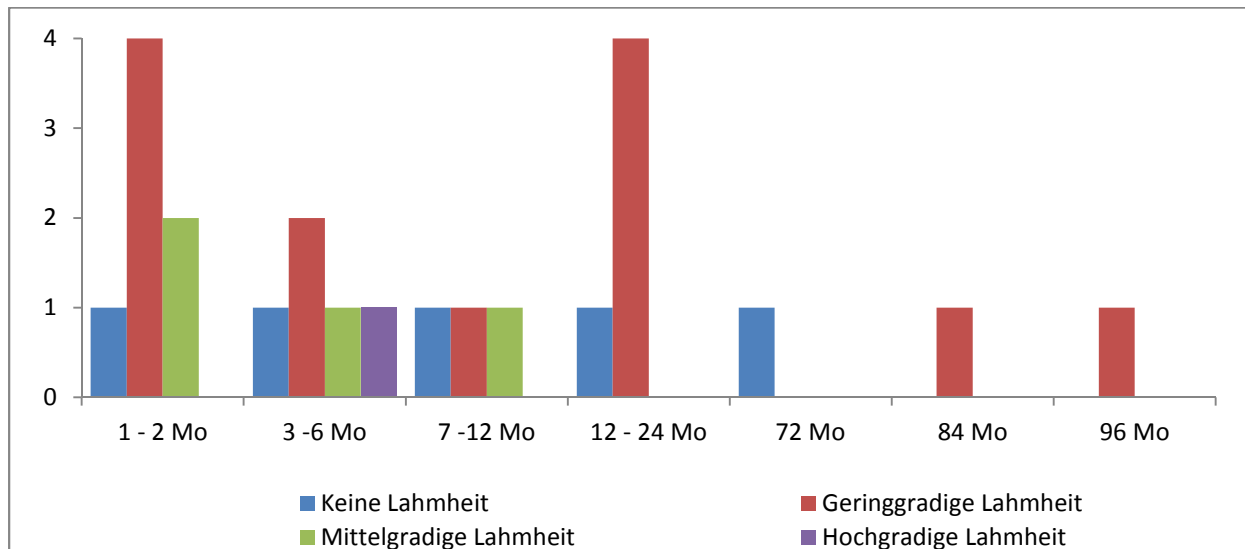


Diagramm 2: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Tab. 17: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Keine Muskelatrophie	Leichte Muskelatrophie	Deutliche Muskelatrophie	Hochgradige Muskelatrophie
1 – 2 Monate	-	Patient Nr. 17 und 9	Patient Nr. 2, 31 und 44	Patient Nr. 4, und 43
3 – 6 Monate	-	Patient Nr. 6, 9 und 44	Patient Nr. 45	-
7 – 12 Monate	-	Patient Nr. 45	Patient Nr. 6	-
12 – 24 Monate	-	Patient Nr. 9, 37 und 46	-	-
72 Monate	-	Patient Nr. 17	-	-
84 Monate	-	Patient Nr. 50	-	-
96 Monate	-	Patient Nr. 43	-	-

Tab. 18: Schmerzempfindung der Hunde mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Schmerzfrei	Schmerzen	Hochgradige Schmerzen
1 – 2 Monate	Patient Nr. 2	Patient Nr. 31	-
3 – 6 Monate	Patient Nr. 6, 9	-	-
7 – 12 Monate	-	Patient Nr. 6 und 9	Patient Nr. 45
12 – 24 Monate	Patient Nr. 16	Patient Nr. 37 und 46	Patient Nr. 43
72 Monate	Patient Nr. 17	-	-
84 Monate	-	Patient Nr. 50	-
96 Monate	-	Patient Nr. 43	-

Verlaufskontrolle von Patient Nr. 51 mit einer aseptischen Lockerung der „alio loco“ implantierten und explantierten Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunkts nach der Explantation:

Bei Patient Nr. 51 konnte über drei Jahre und vier Monate eine Verlaufskontrolle an der Chirurgischen Tierklinik durchgeführt werden. Bei diesem Hund wurde das Gangbild auf dem Laufband beurteilt. Bei der Kontrolluntersuchung nach ca. fünf Monaten zeigte der Patient keine wesentlichen subjektiven Beschwerden am operierten Hüftgelenk, jedoch hatte er eine Verschlechterung der Lahmheitsumkehr auf der nicht operierten Seite.

Ein und halb Jahre nach der ersten Untersuchung zeigte der Hund immer noch eine Lahmheitsumkehr. An der operierten Seite hatte er eine Extensionshemmung, aber kaum Schmerzempfindung bei der Manipulation. Es war keine Muskelatrophie vorhanden.

fünf Monate später wurde eine einzementierte Hüftprothese auf der kontralateralen Seite zur explantierten eine Endoprothese implantiert. Somit konnten die Hüften stabilisiert und damit die Ellbogen entlastet werden. Beide Hüften waren schmerzhaft bei der Extension, aber gleichmäßig bemuskelt.

Zwei Monate später hatte der Hund eine zwei cm Muskelatrophie an der Oberschenkelmuskulatur der explantierten Seite. Die Schmerzen bei Manipulation hatten stark zugenommen. Innerhalb weniger Monate lag eine drei cm Muskelatrophie vor und die explantierte Seite war deutlich schmerzhafter, eine Krepitation war fühlbar.

Drei Jahre und vier Monate nach der ersten Untersuchung zeigte der Hund akute hochgradige Lahmheit während der physiotherapeutischen Behandlung, deutliche Muskelatrophie der

explantierten Seite und Schmerzen bei der Manipulation. Es wurde keine Druckdolenz der Wirbelsäule beschrieben und der Hund war neurologisch unauffällig. Beide Kniegelenke waren trocken und stabil. Der Patient benötigte wegen der Schmerzen eine entsprechende Medikation und zeigte unter strenger Ruhe eine stetige Verbesserung.

3.3.2 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer septischen Lockerung der Endoprothese

In dieser Gruppe lag der Beobachtungszeitraum nach der Explantation zwischen drei Wochen und 80 Monaten. Insgesamt wurden neun der 16 Hunde dieser Gruppe nachkontrolliert.

Nach drei Monaten wurden sieben Patienten vorgestellt, zwei (Nr. 28 und 10) aufgrund einer Komplikation. Bei Patient Nr. 28 hatte sich drei Wochen postoperativ erneut ein Serom an der Operationswunde entwickelt. Zwei Monate nach der Explantation musste er wegen eines Knochensequesters, verbunden mit einer Osteomyelitis, nachoperiert werden. Der klinische Zustand von Patient Nr. 10 entsprach in den zweiten Monat den üblichen Erwartungen (siehe Tab. 22, 23 und 24). Nach dem dritten Monat traten jedoch zunehmend neurologische Symptome an beiden Hintergliedmaßen auf. Die Besitzer entschieden sich gegen eine weitere Diagnostik und für eine konservative Therapie, das Ergebnis ist unbekannt. Die anderen fünf Hunde kamen in den ersten drei Monaten zur routinemäßigen Nachkontrolle.

Zwischen dem vierten Monat und dem ersten Jahr kamen nur drei Patienten zur Nachuntersuchung. Davon waren zwei Fälle übliche Verlaufskontrollen (Patient Nr. 14 und 29). Der dritte Hund (Patient Nr. 40) kam zu einer Femurkopf-Hals-Nachresektion, da er eine hochgradige Aufrauung und periostale Reaktionen des resezierten Femurhalses sowie Azetabulums zeigte.

Im zweiten Jahr wurden wieder drei der 16 Patienten vorgestellt. Ein Patient (Nr. 40) kam zur routinemäßigen Nachkontrolle nach der Femurkopf-Hals-Nachresektion. Die anderen zwei Hunde mussten aufgrund einer Komplikation nachbehandelt werden (Patient Nr. 14 und 28). Bei Patient Nr. 28 hatten sich nach einem Jahr und drei Monate nach der Explantation Fisteln am Sitzbeinhöcker sowie proximal des Knies auf der operierten Seite gebildet. Sie mussten chirurgisch mehrmals nachversorgt werden. Sieben Monate später ging es dem Hund sehr gut. Er wies eine geringgradige Lahmheitsumkehr auf und belastete die explantierte Seite sehr gut. Nach einem weiteren Monat erlitt Patient Nr. 28 jedoch eine Diskospondylitis. Da er weder

Stehvermögen noch Propriozeption in beiden Hintergliedmaßen aufwies, entschieden sich die Besitzer für eine Euthanasie.

Patient Nr. 14 hatte einige Zeit nach der Explantation eine zementfreie Hüftgelenksendoprothese „*alio loco*“ auf der explantierten Seite erhalten. Ein Jahr und neun Monate nach der Explantation wurde er erneut der Chirurgische Tierklinik vorgestellt, da der Hund nun hochgradig lahmte und sich eine Fistel im Bereich der Operationswunde entwickelt hatte (siehe auch Tabelle a, b und c). Patient Nr. 14 musste daher einen Monat später zum zweiten Mal explantiert und die Fistel chirurgisch versorgt werden.

Im dritten Kontrolljahr wurde Patient Nr. 14 als einziger Hund vorgestellt. Nach regelmäßiger physiotherapeutischer Behandlung belastete der Hund die explantierte Hinterextremität sehr gut. Er musste allerdings wegen eines Sequesters am Acetabulumrand nachoperiert werden. Nach weiteren acht Monaten lief der Hund bei der Nachkontrolle lahmfrei (siehe auch Tab. 20, 21 und 22).

Zwischen dem dritten und dem sechsten Jahr wurde kein Hund vorgestellt.

Im sechsten Jahr konnte der Patient Nr. 19 nachuntersucht werden. Dieser Hund belastete acht Wochen nach der Explantation sehr gut. Er war lahmheitsfrei, schmerzfrei und fast gleichmäßig bemuskelt. Nach sechs Jahren und acht Monaten war die Lebensqualität des Hundes laut der Besitzer besser als vorher. Der Hund war bereits 12 Jahre alt und er zeigte geringgradig Lahmheit und geringgradige Muskelatrophie auf der explantierten Seite. Die Hüftgelenke waren nur bei der Rotation Schmerzhaft.

Tab. 19: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen

Zeitpunkt der Untersuchung	Anzahl an Untersuchungen
0,3 Monate - 2 Monate	6
3 Monate - 6 Monate	4
7 Monate - 12 Monate	2
12 Monate - 18 Monate	2
19 Monate - 24 Monate	5
25 Monate - 30 Monate	1
31 Monate - 36 Monate	1
78 Monate - 84 Monate	1

In den Tabellen 22, 23 und 24 sind die Aufzeichnungen der Hunde in Bezug auf ihren Lahmheitsgrad, Muskelatrophie sowie deren Schmerzempfindung zusammengefasst.

Tab. 20: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer septischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Keine Lahmheit	Geringgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Mittelgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Hochgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Neurologische Ausfälle (Anzahl und Identität)
0,3 - 2 Monate	Patient Nr. 19	Patient Nr. 10 und 42	Patient Nr. 1	-	-
3 – 6 Monate	-	Patient Nr. 29	Patient Nr. 14 und 36	-	Patient Nr. 10
7 – 12 Monate	-	-	Patient Nr. 14 und 40	-	-
13 - 16 Monate	-	-	Patient Nr. 28	-	-
17 – 21 Monate	-	-	Patient Nr. 40	Patient Nr. 14 und 28	-
22 Monate	-	Patient Nr. 28	-	-	-
23 – 30 Monate	-	Patient Nr. 14	-	-	Patient Nr. 28
31 – 36 Monate	Patient Nr. 14	-	-	-	-
78 – 84 Monate	-	Patient Nr. 19	-	-	-

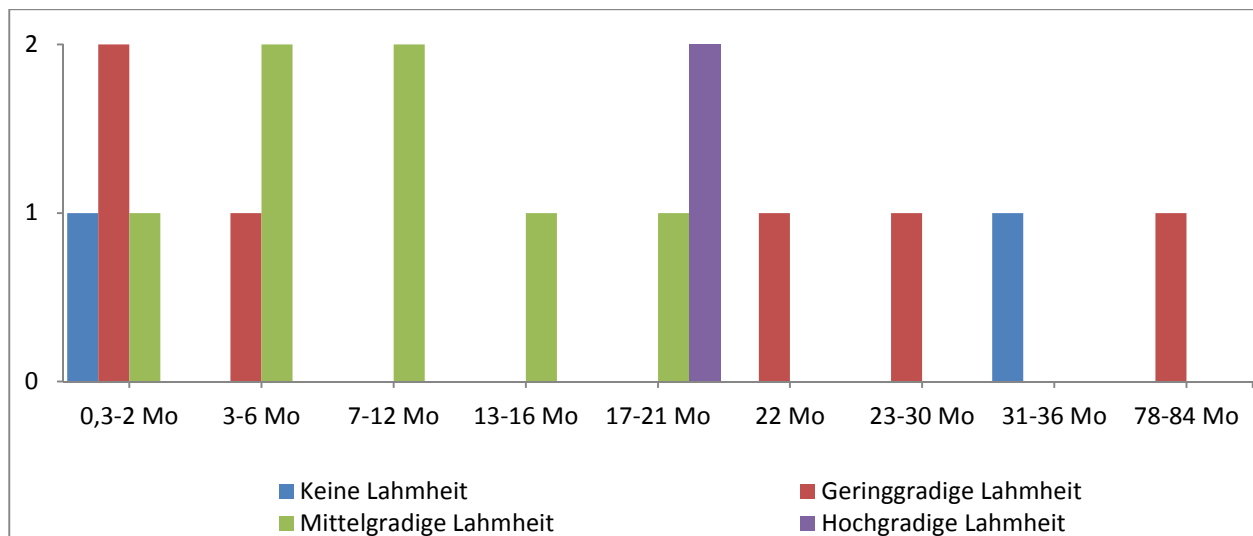


Diagramm 3: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation

Tab. 21: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit einer septischen Lockerung der Endoprothese in Abhängigkeit nach der Explantation.

Zeitpunkt	Keine Muskelatrophie	Leichte Muskelatrophie	Deutliche Muskelatrophie	Hochgradige Muskelatrophie
0,3 - 2 Monate	Patient Nr. 42	Patient Nr. 19	Patient Nr. 1 und 10	-
3– 6 Monate	-	Patient Nr. 29	Patient Nr. 14	-
7– 12 Monate	-	-	Patient Nr. 14 und 40	-
13 - 16 Monate	-	Patient Nr. 28	-	-
17– 21 Monate	-	Patient Nr. 14	Patient Nr. 28	-
22 Monate	-	-	Patient Nr. 28	-
23– 30 Monate	-	-	Patient Nr. 14 und 28	-
31– 36 Monate	-	-	Patient Nr. 14	-
78– 84 Monate	-	Patient Nr. 19	-	-

Tab. 22: Schmerzempfindung der Hunde mit einer septischen Lockerung der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Schmerzfrei	Schmerzen	Hochgradige Schmerzen
0,3 Mo - 2 Mo	Patient Nr. 19 und 42	Patient Nr. 1 und 10	-
3 Mo – 6 Mo	Patient Nr. 29 und 36	Patient Nr. 14	-
7 Mo – 12 Mo	-	Patient Nr. 14	Patient Nr. 40
13 Mo- 16 Mo	-	-	Patient Nr. 28
17 Mo – 21 Mo	-	Patient Nr. 28 und 40	Patient Nr. 14
22 Mo	Patient Nr. 28	-	-
23 Mo – 30 Mo	Patient Nr. 14	-	Patient Nr. 28
31 Mo – 36 Mo	Patient Nr. 14	-	-
78 Mo – 84 Mo	-	Patient Nr. 19	-

3.3.3 Verlaufskontrolle der Patienten mit einer Luxation der Endoprothese

Zwei von sieben Patienten dieser Gruppe kamen zur Nachkontrolle. Patient Nr. 33 wurde zweimal in den ersten drei Monaten nach der Explantation vorgestellt. Patient Nr. 34 kam nach vier Wochen, danach zweimal im vierten postoperativen Jahr.

Vier Wochen postoperativ wurde Patient Nr. 33 zur Routineuntersuchung vorgestellt. Nach regelmäßiger physiotherapeutischer Behandlung belastete der Hund die operierte Hintergliedmaße sehr gut. Er wies eine Lahmheitsumkehr auf, insgesamt waren beide Hintergliedmaße schwach bemuskelt. Die explantierte Seite zeigte Extensionshemmung, jedoch ohne schmerzhaftigkeit.

Nach vier Wochen wurde Patient Nr. 34 aufgrund eines Trochanteraurisses vorgestellt. Der Hund zeigte geringgradige Lahmheit und eine leichte Muskelatrophie auf der explantierten Seite. Die Gliedmaße war nur moderat schmerzhaft bei der Extension. Der Hund wurde aufgrund eines Ausrisses des Trochanter operiert.

Patient Nr. 33 erhielt sechs Wochen nach der Explantation eine zementierte Hüftendoprothese auf der nicht explantierten Seite. Acht Wochen später ging es dem Hund schlechter, er lahmt deutlich und entlastete die explantierte Seite beim Stehen. Bei Manipulation dieser Seite zeigte er einen deutlichen Extensionschmerz. Drei Monate nach der Explantation wurde alio loco eine angebliche Luxation von der neu implantierten Seite vermutet. Ohne weitere

Röntgenuntersuchung und noch in der Ruhephase der Physiotherapie wurde der Hund „alio loco“ eingeschläfert.

Zwischen dem dritten Monat und dem dritten Jahr wurde kein Hund vorgestellt.

Im dritten Jahr konnte Patient Nr. 34 kontrolliert werden. Der Hund ging geringgradig lahm, hatte eine leichte Muskelatrophie. Beim Stehen entlastete er die explantierte Gliedmaße. Die Koxarthrose an der nicht operierten Seite hatte sich verschlimmert und beide Hintergliedmaßen waren bei Extension schmerzhaft. Der Besitzer sagte, dass der Hund mit einer regelmäßigen physiotherapeutischen Behandlung und Schmerzmitteltherapie gut belastete und eine gute Lebensqualität hätte. Ohne Schmerzmittel lief der Hund schlechter.

Nach vier weiteren Monaten wurde Patient Nr. 34 wegen eines neurologischen Problems vorgestellt, da er eine Ataxie in der Hinterhand aufwies. Der Hund entlastete die operierte Seite noch immer und hatte eine geringgradige Muskelatrophie. Die explantierte Seite war freibeweglich. Es wurde eine Magnetresonanztomographie durchgeführt, die keinen Hinweis auf einen Bandscheibenvorfall ergab.

Tab. 23: Zeitpunkt und Anzahl an Untersuchungen

Zeitpunkt der Untersuchung	Anzahl an Untersuchungen
1 Monat	2
2 Monate	1
36 Monate	1
48 Monate	1

Tab. 24: Lahmheitsgrade der Hunde mit einer Luxation der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation.

Zeitpunkt	Keine Lahmheit	Geringgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Mittelgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Hochgradige Lahmheit (Anzahl und Identität)	Neurologische Ausfälle (Anzahl und Identität)
1 Monat	Patient Nr. 33	Patient Nr. 34	-	-	-
2 Monate	-	Patient Nr. 33	-	-	-
36 Monate	-	Patient Nr. 34	-	-	-
48 Monate	-	-	-	-	Patient Nr. 34

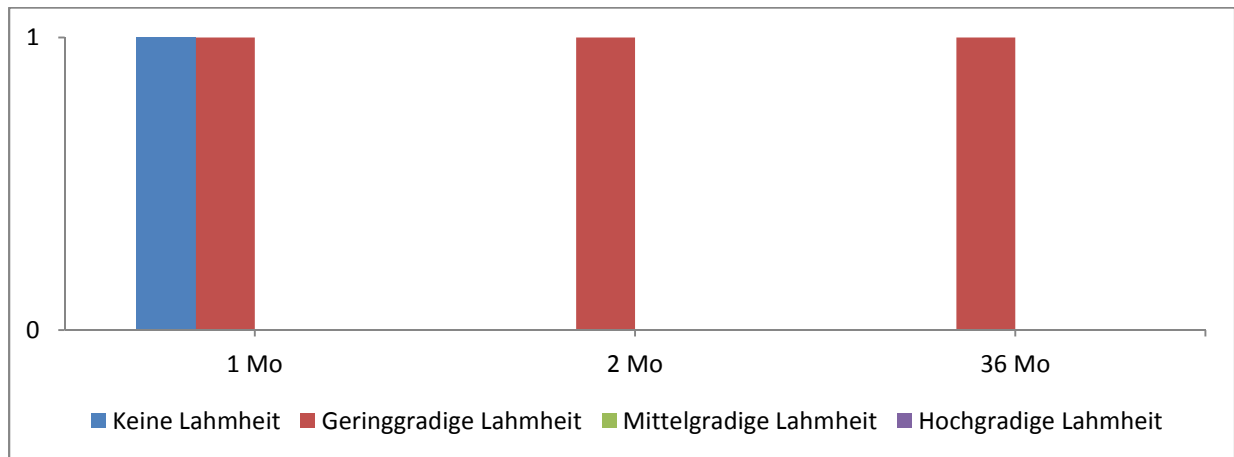


Diagramm 4: Lahmheitsgrade der Hunde in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation

Tab. 25: Muskelatrophie der explantierten Seite bei den Hunden mit Luxation der Endoprothese in Abhängigkeit des Zeitpunkts nach der Explantation

Zeitpunkt	Keine Muskelatrophie	Leichte Muskelatrophie	Deutliche Muskelatrophie	Hochgradige Muskelatrophie
1 Monat	-	Patient Nr. 34	Patient Nr. 33	-
2 Monate	-	-	Patient Nr. 33	-
36 Monate	-	Patient Nr. 34	-	-
48 Monate	-	Patient Nr. 34	-	-

Tab. 26: Schmerzempfindung der Hunde mit einer Luxation der Endoprothese bei der Manipulation der explantierten Seite und in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation

Zeitpunkt	Schmerzfrei	Schmerzen	Hochgradige Schmerzen
1 Monat	Patient Nr. 33	Patient Nr. 34	-
2 Monate	-	Patient Nr. 33	-
36 Monate	-	Patient Nr. 34	-
48 Monate	Patient Nr. 34	-	-

3.3.4 Verlaufskontrolle der Patienten mit Implantatbruch der Endoprothese

Nach fünf Monaten wurde nur ein Patient (Nr. 5) aufgrund von Beschwerden vorgestellt. Der Hund zeigte beim Hinlegen deutliche Schmerzen.

3.4 Zusammenfassung der Lebensqualität der Hunde aus der Sicht der Besitzer

12 von 51 Besitzern waren damit einverstanden, einen genormten tabellarischen Fragebogen auszufüllen. Die Fragen bezogen sich auf den Gesundheitszustand der Hunde nach der Hüftgelenksimplantation bzw. nach deren Explantation (siehe Anhang).

3.4.1 Zustand der Hunde nach der Implantation

Der Krankheitsverlauf der Hunde wurde von den Besitzern folgendermaßen beurteilt:

- Bei sechs Hunde besserten sich die Beschwerden nach der Operation (Patient Nr. 15, 16, 20, 29, 39 und 47),
- ein Patient (Nr. 37) zeigte keine klinische Veränderung,
- bei vier Tieren verschlechterten sich die Beschwerden nach der Operation (Patient Nr. 10, 12, 26 und 46) und
- ein Besitzer (Patient Nr. 31) beantwortete diese Frage nicht.

Es wurde nach der Lahmheit der Tiere gefragt:

- Sechs Hunde lahmten weniger als vor der Implantation (Patient Nr. 15, 16, 20, 29, 39 und 47).
- Zwei Hunde lahmten gleich stark (Patient Nr. 37 und 46),
- bei drei Hunden hatte sich der Zustand nach der Operation verschlechtert (Patient Nr. 10, 12 und 26).
- Bei 1/12 Hund (Patient Nr. 31) wurde diese Frage nicht beantwortet.

Postoperative Ruhigstellung der Tiere:

- War bei neun von 12 Hunden gewährleistet (Patient Nr. 10, 15, 16, 20, 29, 37, 39, 46 und 47).
- Ein Patient (Nr. 26) konnte nicht ruhig gehalten werden.
- In einem Fall wurde die Frage nicht wissenschaftlich auswertbar beantwortet (Patient Nr. 12) und
- bei einem Hund (Patient Nr. 31) wurde die Frage nicht beantwortet.

3.4.2 Zustand der Hunde nach Explantation:

Nach der Explantation der Endoprothese beurteilten die Besitzer den Krankheitsverlauf wie beschrieben:

- Bei neun Hunden verbesserten sich die Beschwerden nach der Implantation (Patient Nr. 12, 16 20, 26, 29, 37, 39, 46, und 47),
- bei drei Hunden verschlechterten sich die Beschwerden nach der Implantation (Patient Nr. 10, 15 und 31).

Die Besitzer fanden, dass

- zwei Hunde nach der Explantation nicht mehr lahmten, auch nach 2-3 stündigen Spaziergängen (Patient Nr. 26 und 29) nicht,
- sieben Tiere manchmal lahmten (Patient Nr. 15, 16, 20, 37, 39, 46 und 47) und
- drei Hunde lahmten (Patient Nr. 10, 12 und 31). Dabei verschlechterte sich die Lahmheit in zwei der drei Fälle von Zeit zu Zeit (Patient Nr. 10 und 31),

Die Bewertung der Schmerzempfindung nach der Explantation – ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Lebensqualität – erfolgte folgendermaßen:

- Vier Patienten hatten augenscheinlich keine Schmerzen (Nr. 29, 39, 46 und 47).
- Acht Hunde hatten Schmerzen. Davon zeigten
 - ein Hund wenig, aber ständig Schmerzzeichen bis zu 2 Wochen nach der Entlassung aus der Klinik (Patient Nr. 26),
 - zwei Hunde wenig und selten Schmerzzeichen (Patient Nr. 16 und 37),
 - drei Patienten mittelstark und häufig Schmerzzeichen (Nr. 10, 12 und 20),
 - ein Hund (Patient Nr. 15) mittelstark und sehr häufig Schmerzzeichen, und
 - ein Hund (Patient Nr. 31) sehr stark und sehr häufig Schmerzzeichen.

Nach der Explantation wurde bei allen Tieren eine physiotherapeutische Nachbehandlung empfohlen.

- Zwei Patienten wurden professionell mit Massagetechniken behandelt (Patient Nr. 26 und 46),
- ein Patient (Nr. 20) ging 3 bis 4-mal in der Woche an einem See frei schwimmen und

- neun Hunde erhielten keine Physiotherapie (Patient Nr. 10, 12, 15, 16, 29, 31, 37, 39 und 47). Bei Patient Nr. 37 wurde eine physiotherapeutische Behandlung versucht, jedoch vom Hund nicht geduldet und daher nicht fortgesetzt.

Die Besitzer wurden befragt, ob sie eine Muskelatrophie an der operierten Extremität bemerkt hätten:

- Bei sechs Patienten wurde die Muskelatrophie am operierten Hinterbein nicht erkannt (Nr. 12, 16, 37, 39, 46 und 47).
- Bei sechs Patienten war eine Asymmetrie der Oberschenkelmuskulatur augenscheinlich (Nr. 10, 15, 20, 26, 29 und 31), wobei bei einem Patienten (Nr. 26) die Muskulatur in den darauffolgenden 3-4 Monaten wieder aufgebaut werden konnte.

Diese Frage ist durch die unterschiedliche Behaarung der Tiere im Nachhinein betrachtet schlecht auswertbar.

Zuletzt sollten die Besitzer Angaben über die gewonnene Lebensqualität ihrer Hunde machen:

- Bei acht Patienten wurde die Lebensqualität nach der Explantation besser eingestuft als vor dem Eingriff (Nr. 16, 20, 26, 29, 37, 39, 46 und 47),
- bei einem Hund (Patient Nr. 12) hatte sich die Lebensqualität nicht verändert und
- in drei Fällen empfanden die Besitzer die Lebensqualität schlechter als vor der Implantation (Patient Nr. 10, 15 und 31).

3.4.3 Weiterer Verlauf des Gesundheitszustands der Hunde

Durch schriftliche und fernmündliche Auskünfte der Besitzer konnte der klinische Verlauf von acht der 12 Patienten weiter verfolgt werden:

- Vier Hunde hatten Schwierigkeiten mit dem kontralateralen unbehandelten Hüftgelenk:
 - Bei einem Hund (Patient Nr. 12) wurde daher das zweite Hüftgelenk direkt reseziert, ohne dass primär eine Implantation erfolgte. Diese Operation verlief nach den Angaben des Besitzers wesentlich problemloser und einfacher. Der Hund lief abschließend deutlich besser.

- Bei einem Hund (Patient Nr. 39) wurde das Problem mithilfe einer Pektinektomie therapiert. Auch dieser Hund lief postoperativ besser.
- Bei zwei Tieren wurde eine schmerzhafte Arthrose im bestehenden Hüftgelenk beschrieben, bedurfte jedoch keiner weiteren Behandlung (Patient Nr. 20 und 37).
- Vier Tiere mussten wegen eines anderen Leidens eingeschläfert werden:
 - Ein Hund (Patient Nr. 10) erkrankte an der Wirbelsäule.
 - Ein Hund (Patient Nr. 29) erlitt einen Bandscheibenvorfall im Bereich der Halswirbelsäule.Bei beiden Hunden wurden weder genauere Angaben zur Erkrankung noch über den zeitlichen Abstand zur Explantation gemacht.
- Ein Patient (Nr. 39) musste wegen epileptiformen Krampfanfällen eingeschläfert werden.
- In einem Fall (Patient Nr. 16) wurde ein Milztumor diagnostiziert und nicht therapiert.

4 Röntgenologische Untersuchungen

Bei 50 von 51 Hunden die an der Chirurgischen Tierklinik explantiert wurden, liegen Röntgenbilder der Kunsthüften vor. Die Aufnahmen wurden sowohl prä- als auch postoperativ an den narkotisierten Hunden durchgeführt. Die gewählten Projektionsebenen entsprachen dem üblichen Standard. Die Hüftgelenke wurden vergleichend im ventrodorsalen bzw. laterolateralen Strahlengang geröntgt.

4.1 Präoperative Aufnahmen

Die präoperativen Röntgenaufnahmen dienten zur Beurteilung vorhandener Lockerungszeichen der Pfanne und/oder des Prothesenschafts, die für die Notwendigkeit eines Implantatwechsels bzw. einer Implantatentfernung entscheidend waren. Die Lockerungszeichen wurden für den Pfannenbereich nach der Einteilung von DeLEE und CHARNLEY (1976) beurteilt. Für den Schaftbereich wurden die Studien von GRUEN et al. (1979) herangezogen.

DeLEE und CHARNLEY (1976) teilten die Pfanne auf ventrodorsalen Röntgenbildern in drei Zonen ein (siehe Abb. 1), um sichtbare radiologische Veränderungen zu erfassen und wissenschaftlich zu dokumentieren. Diese drei Zonen werden hinsichtlich der Saumbildungen (> 1 mm oder ≥ 2 mm), sichtbare Knochenresorptionen und -verdichtungen untersucht und aufgezeichnet. Die Saumbildung wurde im Pfannenbereich der Prothesen-Knochen-Grenzschicht bzw. des Zement-Knochens ermittelt. Bei zementierten Prothesen bildet sich ein Saum als normales Interface zwischen Knochen und Zement aus.

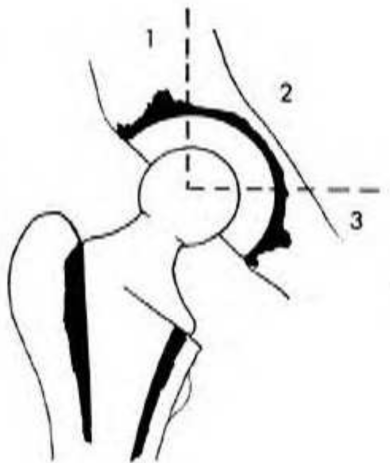


Abbildung 1: Pfannenzonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976)

Die Lokalisation der Befunde am Prothesenschaft erfolgte nach der von GRUEN et al. (1979) beschriebenen Zoneneinteilung (siehe Abb. 2): Die Zonen „1–3“ befinden sich im ventrodorsalen Strahlengang von proximal nach distal verlaufend auf der lateralen Seite des Schaftes. Die Zone „4“ liegt distal der Schaftspitze und die Zonen „5–7“ von distal nach proximal aufsteigend an der medialen Seite des Schaftes. Bei GRUEN et al. (1979) werden auch Aufhellungslinien an der Knochen-Zement-Grenze, an der Schaft-Zement-Grenze sowie Fragmentierungen oder Zementbrüche beurteilt.

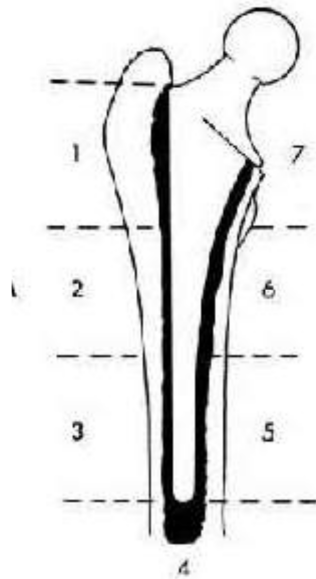


Abbildung 2: Zoneneinteilung im Schaftbereich nach GRUEN et al. (1979)

Ein weiterer Ausdruck der Lockerung ist eine Migration von Prothesenkomponenten, wobei es im Schaftbereich insbesondere zu einem Einsinken und im Bereich des Azetabulum zu einer Vorwölbung in das kleine Becken sowie einer Kippung oder Varisierung kommen kann. Bei der Schaftmigration bzw. Varus- oder Valgusmigration wird zur Beurteilung der Schaftposition die Längsachse des Prothesenschafts mit der des Femurschafts verglichen. Bei der Neutralposition entspricht die Längsachse des Prothesenschafts der des Femurschafts. Als Hilfspunkte dienen sowohl der Trochanter major und minor als auch die Schaftachse. Bei einer varischen Implantatlage dreht die Längsachse des Prothesenschafts im Vergleich zu der des Femurschafts nach lateral, bei einer valgischen Implantatlage nach medial.

Als wichtiges Kriterium fließt weiterhin das Vorhandensein von Osteolysen (lat. = Knochenauflösungen) und Knochendefekten mit in die Bewertung des Knochenlagers ein. Die abgeriebenen Polyethylen-Partikel gelangen nicht nur in die Grenzschicht zwischen dem Knochenlager und dem Verbund Implantat/Knochenzement, sondern auch in den Bereich des Azetabulums und des Oberschenkelknochens. Die Polyethylen-Partikel führen zu einer Fremdkörperreaktion. Sie werden von körpereigenen Abwehrzellen umgeben. Diese riesigen Zellumwucherungen verdrängen die ursprünglichen Knochen und es kommt zu der genannten Osteolyse.

Bei heterotopen Ossifikationen bzw. periartikulärer Verkalkung können sich schon drei Monate nach der Implantation röntgenologisch gestaltlose ektopische Knochenneubildungen im Bereich des Weichgewebes (der Muskulatur) zeigen. Diese Knocheninseln greifen auf das

perikapsuläre Gebiet über und reifen schrittweise zu einem normalen Knochen aus, der sich deutlich von den umgebenden Weichteilen abgrenzt.

4.1.1 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit aseptischer Lockerung

Beim Patienten Nr. 51 waren keine präoperativen Aufnahmen vorhanden, da die Explantation in einer auswärtigen Klinik erfolgte.

Bei einer aseptischen Lockerung (Patient Nr. 13) wurde zusätzlich zu den Standardröntgenaufnahmen noch eine Szintigrafie, aufgrund des bestehenden Verdachts einer aseptischen Prothesenlockerung, durchgeführt.

4.1.1.1 Pfanne

Ein Lysesaum an der Pfanne wurde präoperativ bei 22 Patienten radiologisch gesehen. Die meisten Aufhellungssäume waren in der Zone 3 (n=15) lokalisiert. In der Zone 1 (n=14) und 2 (n=14) wurden weniger Veränderungen beobachtet. Die Aufhellungssäume wurden oft als kombinierte Zonen registriert.

Bei einem Hund (Patient Nr. 27) zeigte sich der Aufhellungssaum in Zone 2. Bei drei Patienten (Nr. 38, 46 und 47) wurde der Aufhellungssaum in Zone 3 festgestellt. Die Zonen als Kombination bei drei Patienten (Nr. 32, 37 und 50) Zonen 1 und 2, bei fünf Patienten (Nr. 3, 6, 15, 16 und 31) die Zonen 1 und 3 und bei vier Patienten (Nr. 4, 7, 12 und 17) die Zonen 2 und 3 festgestellt.

Sechs Patienten (Nr. 2, 9, 13, 18, 43, 44) zeigten in allen Zonen einen Aufhellungssaum.

In der folgenden Tabelle 27 werden die Ergebnisse beziehungsweise die Saumbildungen in den drei Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) dargestellt.

Tab. 27: Nachweis von Aufhellungen in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit aseptischer Lockerung.

Zone	Anzahl der Patienten	Prozent (%)
1	0	0
2	1	4.5
3	3	13.6
1 und 2	3	13.6
1 und 3	5	22.7
2 und 3	4	18.2
1, 2 und 3	6	27.3

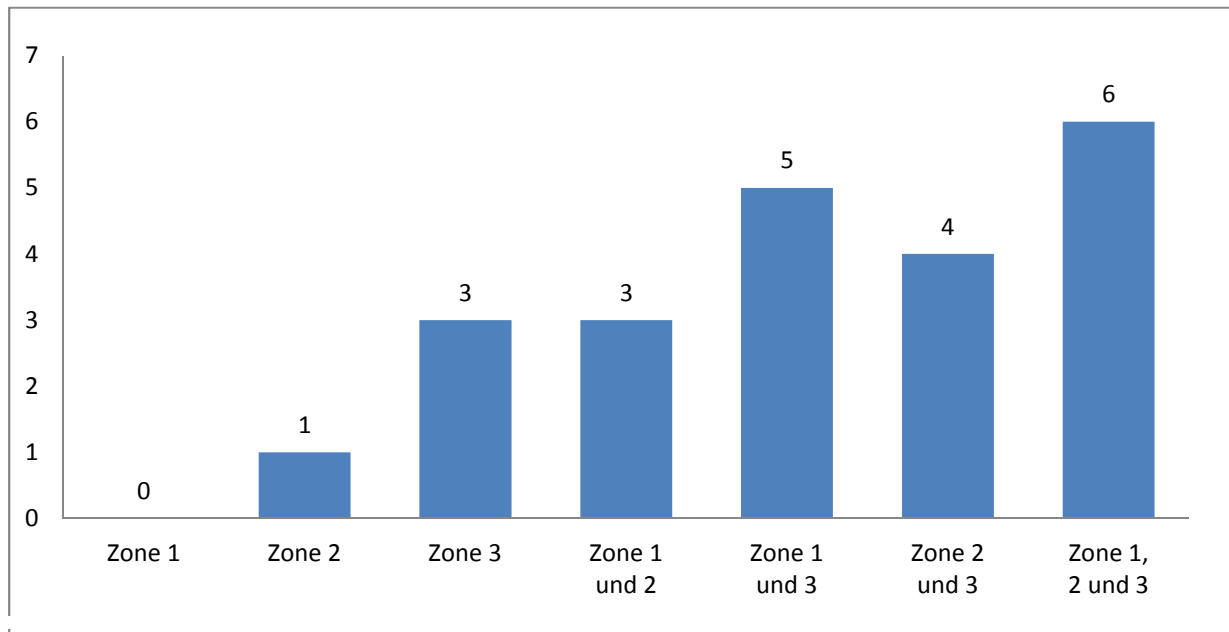


Diagramm 5: Die Aufhellungen in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit aseptischer Lockerung

4.1.1.2 Migration der Pfannenprothese

Eine Migration der Pfannenprothese konnte bei einem Hund (Patient Nr. 12) mit geringgradigem Einbruch der Pfanne in das kleine Becken beobachtet werden.

4.1.1.3 Schaft

Bei 22 der 25 Fälle, in denen der Prothesenschaft explantiert wurde, zeigten sich in den präoperativen Röntgenaufnahmen folgende Aufhellungssäume.

Bei 11 Patienten stellte sich ein Lysesaum in der Zone 1, bei 16 Patienten in Zone 2 und bei 18 Patienten in Zone 3 dar. In neun Fällen stellte sich ein Lysesaum in der Zone 4 dar, in 18 Fällen in der Zone 5, in 17 Fällen in Zone 6 und in 15 Fällen in Zone 7.

Abschnittübergreifende Lysesäume zeigten sich bei fünf Patienten in Höhe 1+2+3+5+6+7 (Nr. 6, 12, 16, 43 und 47), bei zwei Patienten (Nr. 8 und 27) in Höhe 2+3+5+6+7, bei zwei Patienten (Nr. 39 und 50) in Höhe 2-5, bei zwei Patienten (Nr. 7 und 37) in Höhe 5+6.

Bei sechs Patienten zeigten sich die Aufhellungssäume in sehr unterschiedliche Zonen: Bei einem Patient (Nr. 32) in die Zonen 2+3+5+6, bei einem Patient (Nr. 9) in die Zonen 2+5+6+7, bei einem Patient (Nr. 38) in die Zonen 3+4+7, bei einem Patient (Nr. 31) in die

Zonen 6+7, bei einem Patient (Nr. 46) in die Zonen 3+4 und bei einem Patient (Nr. 3) in die Zonen 1+3.

Bei fünf Patienten (Nr. 4, 15, 17, 18 und 44) stellte sich der Aufhellungssaum um dem gesamten Prothesenschaft dar (1–7).

Tab. 28: Präoperative Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit aseptischer Lockerung.

GRUEN-Zonen bei Patienten mit aseptischer Lockerung	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl der Patienten	11	16	18	9	18	17	15
Prozent (%)	50,0	72,7	81,8	40,9	81,8	77,2	68,2

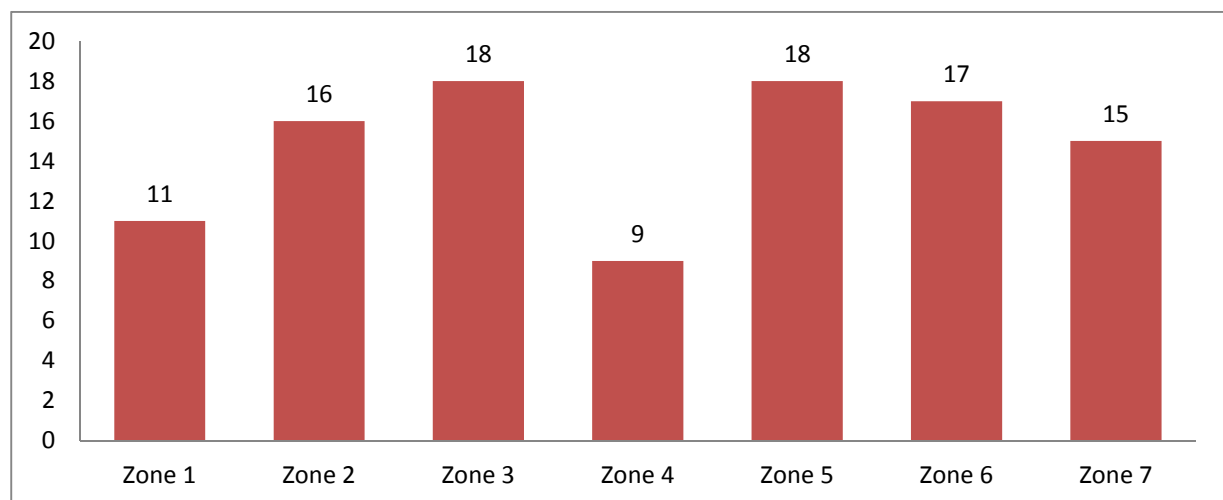


Diagramm 6: Die Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN Zonen bei Patienten mit aseptischer Lockerung

4.1.1.4 Migration der Schaftprothese

In vier von 25 Fällen zeigte sich radiologisch eine Migration des Schaftes:

- Bei drei Fällen hatte die varische Position zugenommen (Nr. 4, 15 und 17). Jedoch zeigte Patient Nr. 17 einem Ausbruch des Prothesenschafts nach lateral.

- Zwei Patienten hatten einer Valgus-Migration nach medial (Nr. 43 und 44). Bei Patient Nr. 44 lag einem Ausbruch des Schaftes nach medial vor.
- Bei Patient Nr. 45 drehte der Schaft in seiner Längsachse nach vorne (Antetorsion).

4.1.1.5 Femurschaftfrakturen

Bei Patienten mit aseptischer Lockerung traten zwei periprosthetische Frakturen auf. Bei einem Patient (Nr. 15) lag eine Femurschaftfraktur unterhalb der Prothesenspitze vor und bei einem anderem Fall (Patient Nr. 8) eine Spiralfaktur des Femurs auf Höhe des Prothesenschafts.

4.1.1.6 Zementbrüche

Der Bruch des Zements, der häufig distal des Femurschafts lokalisiert war, war ein weiteres Zeichen einer lockeren Hüftprothese.

In sechs Femurschäfte entdeckten wir einen nachweisbaren Zementbruch. Bei einem Patient lagen Zementbruchstücke in drei Zonen vor (Patient Nr. 50)

Tab. 29: Präoperative Zementbrüche im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen eingeordnet

Anzahl der Brüche	Patienten Nr.	Zementbruch in der Zone
2	3 und 16	3
2	4 und 18	5
1	2	6
1	50	3, 4 und 5

4.1.1.7 Periostale Reaktionen

Die Einteilung der Periostreaktion erfolgte in geringgradige, mittelgradige und hochgradige Reaktionen. Bei einem glatten Periost war keine periostale Reaktion feststellbar. Eine leichte Rauigkeit wurde als geringgradige und eine deutliche Rauigkeit als mittelgradige Reaktion bezeichnet. War das Periost inhomogen und konnte keine deutliche Linie dargestellt werden, so wurde die Reaktion als hochgradig bezeichnet. 12 Patienten hatten periostale Reaktionen. Diese waren bei sechs Patienten (Nr. 4, 12, 16, 17, 32 und 46) geringgradig, bei drei Hunden (Patient Nr. 9, 44 und 47) mittelgradig und bei drei Patienten (Nr. 2, 3 und 31) hochgradig

ausgebildet. Die hochgradigen Reaktionen befanden sich in unterschiedlichen Zonen des Schaftes.

Reaktionen des Periosts waren meist in den Zonen 3 und 5 lokalisiert. Sieben Patienten zeigten typische Reaktionen am gesamten Femurschaft. Bei vier Patienten (Nr. 8, 15, 37 und 43) waren die Reaktionen mittelgradig und bei drei Patienten (Nr. 7, 18 und 27) hochgradig ausgebildet.

Ein Patient (Nr. 17) zeigte periostale Reaktionen in dem Bereich, in dem das Implantat distal ausgebrochen war.

Tab. 30: Nachweis von periostalen Reaktionen im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen

Reaktionen des Periosts	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl der Patienten	5	7	9	-	8	7	7
Prozent (%)	41,6	58,3	75,0	0	66,7	58,3	58,3

4.1.1.8 Knochenatrophie

Zwei von 25 Hunden zeigten eine generalisierte Knochenatrophie am gesamten Femurschaft (Patienten Nr. 17 und 43).

4.1.1.9 Osteolyse

- Die geringgradige Osteolyse war bei einem Patient (Nr. 38) kaudal des Azetabulums lokalisiert.
- Bei einem Hund (Patient Nr. 39) wurden Osteolysen im Pfannenbereich in den Zonen 1 und 3, am Trochanter major und im Bereich des Prothesenhalses bzw. der Zone 7 festgestellt.
- Bei einem Patienten (Nr. 31) war am Femurschaft bzw. in Zone 7 eine hochgradige Osteolyse zu sehen.
- Patient Nr. 44 hatte eine Osteolyse in Zone 1.

Bei einem Patient (Nr. 45) wurden Verschattungen distal am Femurschaft (Knocheninfarkte) festgestellt.

Darüber hinaus zeigten drei Patienten eine Zementmantelzerrüttung in unterschiedlichen Bereichen. Bei Patient Nr. 38 bestanden die Veränderungen im Bereich der gesamten Pfanne

und in der Umgebung des Schafts. Patient Nr. 9 zeigt eine Zementzerrüttung in der Zone 2 und Patient Nr. 18 in der Zone 2 und 3 um die Pfanne.

4.1.1.10 Heterotope Ossifikationen

Periartikuläre Verknöcherungen fanden wir bei sieben der 25 untersuchten Patienten:

- Bei drei Patienten (Nr. 8, 32 und 37) waren vereinzelte Knocheninseln im Weichteilgewebe um die Hüfte sowie der mediale und laterale Bereich des Prothesenkragens sichtbar.
- Bei zwei Patienten (Nr. 38 und 50) waren röntgenologisch keinerlei periartikuläre Verknöcherungen sichtbar.
- Ein Patient (Nr. 2) hatte knöcherne Zubildungen im Bereich der Pfanne.
- Ein Patient (Nr. 46) hatte eine knöcherne Spange, der Mindestabstand zwischen den Osteophytenbildungen betrug im medialen Bereich weniger als 1 cm zwischen dem Femurkopf und dem Becken.

4.1.2 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit septischer Lockerung

Typische Zeichen der Infektion in der konventionellen Radiologie sind frühpostoperativ auftretende Lockerungssäume um den Prothesenschaft von > 2 mm und eine periostale Reaktion, insbesondere in Form einer lamellenartigen Periostreaktion.

4.1.2.1 Pfanne

Aufhellungszonen wurden in dieser Gruppe bei allen Patienten beobachtet. Bei einem Patient (Nr. 23) lag der Aufhellungssaum in Zone 2. Bei zwei Patienten (Nr. 1 und 28) lagen die Veränderungen in den Zonen 1 und 3 vor. Bei einem Patienten (Nr. 40) lagen die Veränderungen in den Zonen 2 und 3 vor. Bei den übrigen 12 Patienten lagen die Aufhellungssäume in allen Zonen (1, 2 und 3).

Tab. 31: Nachweis der Aufhellungssäume in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit septischer Lockerung.

Zone	Anzahl der Patienten	Prozent (%)
1	0	0
2	1	6,25
3	0	0
1 und 2	0	0
1 und 3	2	12,5
2 und 3	1	6,25
1, 2 und 3	12	75,0

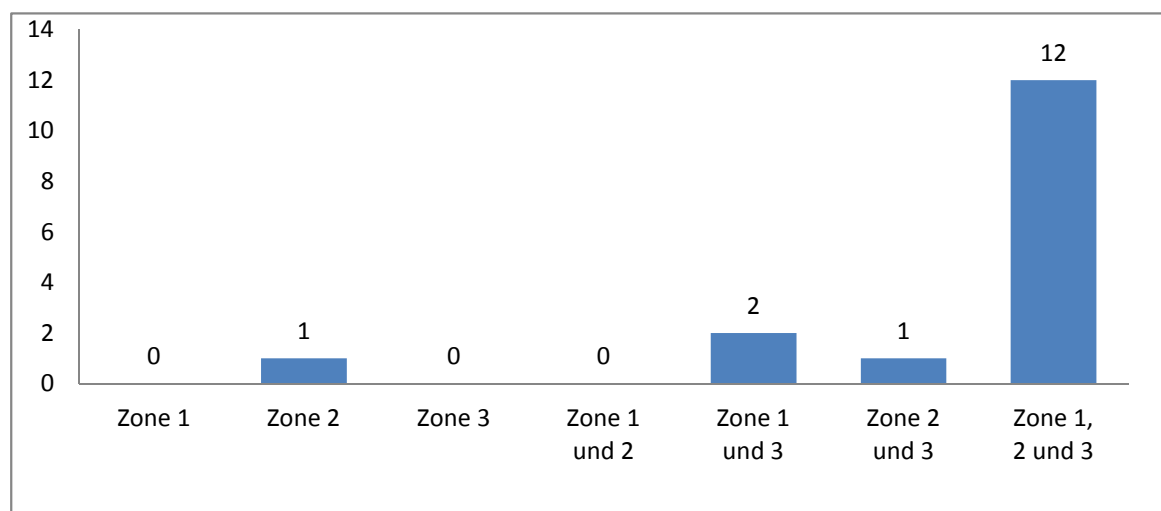


Diagramm 7: Die Aufhellungssäume in den Zonen nach DeLEE und CHARNLEY (1976) zum präoperativen Zeitpunkt bei Patienten mit septischer Lockerung.

4.1.2.2 Migration der Pfannenprothese

Eine Migration der Pfannenprothese konnte in einem von 16 Fällen beobachtet werden. Ein Pfannenausbruch nach medial fand sich bei einem Patienten (Nr. 41).

4.1.2.3 Schaft

In 13 von 16 Fällen zeigten sich in den präoperativen Röntgenaufnahmen bestimmte Aufhellungssäume. Sechs Patienten hatten ein Lysesaum in der Zone 1, bei sechs Patienten befand sich dieser in Zone 2 und bei 11 Patienten in Zone 3. In zwei Fällen stellte sich ein Lysesaum in Zone 4 dar, in 11 Fällen in Zone 5, in acht Fällen in Zone 6 und in sieben Fällen in Zone 7.

Abschnittübergreifende Lysesäume zeigten sich bei zwei Patienten in Höhe 1+2+3+5+6+7 (Nr. 29 und 41), bei zwei Patienten (Nr. 1 und 21) in Höhe 2+5+6, bei zwei Patienten (Nr. 19 und 30) in Höhe 3+5.

Bei sechs Patienten zeigten sich die Aufhellungssäume sehr unterschiedlich: Bei einem Patient (Nr. 42) die in Höhe 1+3+4+6+7, bei einem Patient (Nr. 28) in Höhe 1+3+6+7, bei einem Patient (Nr. 10) in Höhe 1+3+5+7. Bei einem Patient (Nr. 20) in Höhe 2+3+5, Bei einem Patient (Nr. 14) in Höhe 3+5+6 und bei einem Patient (Nr. 23) in Höhe 3+5+7.

Bei einem Patienten (Nr. 36) zeigte sich der Aufhellungssäum um den gesamten Prothesenschaft (Zonen 1-7)

Tab. 32: Präoperative Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit septischer Lockerung.

Gruen-Zonen bei Patienten mit septischer Lockerung	1	2	3	4	5	6	7
Patient Anzahl	6	6	11	2	11	8	7
Prozent (%)	46,1	46,1	84,6	15,4	84,6	61,5	53,8

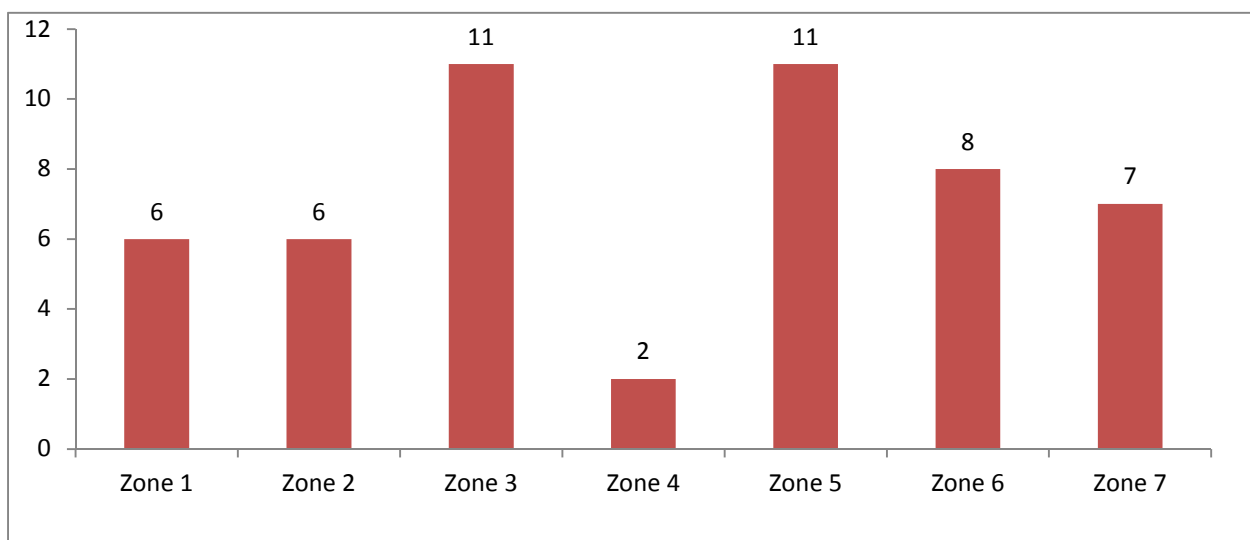


Diagramm 8: Die Aufhellungssäume im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen bei Patienten mit septischer Lockerung.

Bei keinem Patienten war ein Bruch im Bereich des Zementmantels oder Femurschafts oder eine Fraktur oder Migration der Schaftprothese feststellbar.

4.1.2.4 Periostale Reaktionen

Bei dieser Patientengruppe wurden periostale Reaktionen, wie bei aseptischen Lockerungen, beurteilt. Nur Patient (Nr. 29) hatte eine geringgradige Periostreaktion, zwei Patienten hatten mittelgradige (Nr. 10 und 28) und zwei Patienten (Nr. 21 und 36) hochgradige periostale Reaktionen in unterschiedlichen Schaftzonen.

Acht Patienten (Nr. 1, 11, 19, 14, 20, 26, 40 und 41) hatten hochgradige periostale Reaktionen am gesamten Femurschaft. Bei Patient Nr. 23 traten mittelgradige Periostreaktionen am gesamten Femur auf, sie waren durch ein unruhiges, verdichtetes Knochenmark distal des Zementes gekennzeichnet. Patient Nr. 21 hatte hochgradige knöcherne periostale Reaktionen in Form knöcherner manschettenartiger Zubildungen im Bereich des Implantatschaftes. Patient Nr. 42 hatte eine hochgradige Kallusreaktion entlang des Femurschaftes, der Knochen war hochgradig aufgeraut.

Patient Nr. 28 hatte eine geringgradige Periostreaktion am Azetabulum. Bei Hund Nr. 36 wurden allgemein unruhige Knochenstrukturen am Azetabulum diagnostiziert. Bei den Patienten Nr. 40 und 41 lagen hochgradige Periostreaktionen im Bereich der Pfanne vor.

Tab. 33: Nachweis von periostalen Reaktionen im Schaftbereich nach GRUEN-Zonen

Reaktionen des Periosts	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl der Patienten	2	2	1	-	5	5	4
Prozent (%)	12,5	12,5	6,25	0	31,3	31,3	25,0

4.1.2.5 Knochenatrophie

Drei Patienten (Nr. 10, 21 und 26) zeigten eine hochgradig generalisierte Knochenatrophie am gesamten Femurschaft.

Bei keinem Patienten wurden Osteolysen oder heterotope Ossifikationen beobachtet.

4.1.3 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit Luxation

Die Prothesenluxation ist eine meist früh entstandene Komplikation, die röntgenologisch deutlich zu erfassen ist. Bei Luxationen kommt der Hüftkopf außerhalb, meist kranial der Pfanne zu liegen. Folgende Luxationen traten auf:

- Bei drei Patienten (Nr. 24, 25 und 33) luxierte der Hüftkopf nach kraniodorsal, bei einem Patient (Nr. 49) nach kranioventral. Bei dem Patienten Nr. 33 wurde eine dorsal offene Position der Pfanne diagnostiziert.
- Bei Patient Nr. 34 zeigte sich eine eindeutige Migration mit einer nach kaudal luxierter Kunstpfanne.
- Bei Patient Nr. 48 entstanden mit den Jahren eine ausgebrochene Hüftpfanne und eine Luxation des Hüftkopfs. Röntgenologisch war der Hüftkopf im Azetabulum platziert. Es lag eine generalisierte Knochenatrophie am gesamten Femurschaft vor.
- Bei Hund Nr. 35 lagen ein luxierter Hüftkopf und bedeutsame Knochendefekte am Oberschenkelknochen vor. Auch hier kam es zu einer Fraktur (Schaft ausgebrochen).

4.1.4 Beurteilung der Röntgenaufnahmen bei Patienten mit Implantatbruch

- Der Patient Nr. 5 zeigte nach vier Jahren und ein Monat einen Ermüdungsbruch des Prothesenschaftes im Halsbereich bei gleichzeitiger Pfannen- und Schaftlockerung. In Zone 1 des Schaftbereichs nach GRUEN et al. (1979) wurde zusätzlich ein Zementbruch festgestellt.
- Bei Hund Nr. 22 brach der Prothesenkopf nach fünf Monaten am Schaftkrümmungsbeginn. Im Bereich des Femurhalses wurde eine geringgradige Aufhellungszone diagnostiziert. Der Schaft erschien im Vergleich zu anderen Prothesen zu dünn.

4.2 Aufnahmen der Nachuntersuchung

Die erste postoperative Röntgenkontrolle des explantierten Kunstgelenks fand normalerweise direkt nach der Operation statt. Eine zweite Röntgenkontrolle erfolgte in der Regel vor Beendigung des stationären Aufenthalts in der Chirurgischen Tierklinik, um ggf. Femurfrakturen und andere mögliche Komplikationen feststellen zu können. Bei zwei

Patienten (Nr. 6 und 46) wurden Femurfrakturen diagnostiziert. Weitere Komplikationen wurden zu diesem Zeitpunkt röntgenologisch nicht diagnostiziert. Weitere Röntgenkontrollen folgten dann jeweils entsprechend den routinemäßigen Nachkontrollen: Erstmals nach sechs Wochen sowie nach 3, 6, 12 und 24 Monaten und schließlich 5–10 Jahren.

4.2.1 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer aseptischen Lockerung der Endoprothese

Der Beobachtungszeitraum betrug für die 16 Patienten zwischen vier Wochen und 96 Monaten.

Sieben Patienten konnten zwischen der vierten und achten Woche röntgenologisch kontrolliert werden. Zu diesen Zeitpunkten gab es bei keinem der Patienten einen Hinweis auf einen knöchernen Kontakt der Resektionsstelle zum Azetabulum. Bei drei Patienten (Nr. 2, 4 und 43) war die Resektionsstelle reizlos und die Kortikalis des Femurs stabil. Es wurde keine periostale Reaktion gesehen. Zwei Patienten (Nr. 9 und 44) hatten hingegen knöcherne Proliferationen an der Resektionsstelle und am Azetabulum. Bei Patient Nr. 17 wurde eine hochgradige periostale Reaktion und Ausweitung des Osteotomiespalts festgestellt. Patient Nr. 31 wurde mit infizierter Pseudoarthrose vorgestellt.

Bei Patienten, die zwischen dem dritten Monat und dem ersten Jahr postoperativ vorgestellt wurden, gab es folgende Befunde: Patient Nr. 44 und Patient Nr. 9 hatten keine massiven Zubildungen mehr im Vergleich zur Voraufnahme. Patient 6 hatte eine geringgradige knöcherne Reaktion im Bereich der Frakturen. Nachdem das gelockerte Implantat entfernt wurde, war der Femur wieder reizlos. Patient Nr. 46 hatte eine Implantatlockerung der Plattenosteosynthese, sonst war der Femur reizlos.

Bei Patient Nr. 45 änderte sich der Zustand in diesem Zeitraum dreimal. Auf den ersten Röntgenbildern waren geringgradige Reaktionen im Bereich des Femurs und später eine hochgradige Aufrauung sowie eine massive periostale Zubildung des resezierten Femurkopfs zu erkennen. Drei Monate später, nach der Nachrevision der Femurkopfhalsresektion, war die explantierte Seite wieder reizlos.

Im zweiten Jahr zeigte der Patient Nr. 43 eine Zunahme der knöchernen Zubildungen im Bereich des explantierten Hüpfkopfs. Der Femurresektionsstumpf trat mit dem Azetabulum in Kontakt. Patient 37 hatte einen engen Kontakt zwischen Trochanter minor und Azetabulum. Es lagen leichte knöcherne Zubildungen vor. Der Patient Nr. 16 erhielt einen zweiten

Implantat. Der Patient Nr. 46 wurde wegen einer zweiten Explantation zur Operation vorgestellt und zeigte später eine Spondylopathie. Die zuerst explantierten Seiten waren bei beiden Patienten reizlos. Bei Patient Nr. 9 reduzierten sich die Zubildungen massiv. Der Femur war reizlos.

Zwischen dem dritten und achten Jahr konnten nur drei von vier klinisch vorstellten Patienten röntgenologisch nachuntersucht werden. Da es dem Patient Nr. 50 sehr gut ging, stimmten die Besitzer einer Röntgenuntersuchung nicht zu. Beim Patient Nr. 37 wurden weit fortgeschrittene arthrotische Zubildungen festgestellt. Der Patient Nr. 17 zeigte deutliche knöcherne Reaktionen, der Femurschaft war insgesamt diffus verschattet. Im achten Jahr wurde Patient Nr. 43 wegen eines Bandscheibenvorfalles vorgestellt. Die knöchernen Zubildungen hatten sich zurückgebildet.

Die Röntgenverlaufskontrolle von Patient Nr. 51 mit einer aseptischen Lockerung der „alio loco“ implantierten und explantierten Endoprothese zeigte in Abhängigkeit des Zeitpunktes nach der Explantation folgende Befunde: Nach der ersten Untersuchung wurden die röntgenologischen Untersuchungen insgesamt drei Jahre und vier Monate an der Chirurgischen Tierklinik durchgeführt. Bei den ersten Röntgenbildern hatte der Femurschaft proximal einen geringgradigen Kontakt zur Pfanne. Die Kortikalis war im mittleren Bereich unscharf begrenzt.

Bei der Untersuchung nach ca. fünf Monaten hatte die alte Resektionsstelle Kontakt zum Azetabulum. Der Femur war reizlos. Eineinhalb Jahre nach der ersten Untersuchung zeigte der Hund eine deutliche Demineralisierung des Femurschafts. Fünf Monate später erhielt der Hund eine neue Hüftprothese auf der nicht operierten Seite. An der Schaftresektionsstelle und am Azetabulum wurden leichte knöcherne Proliferationen festgestellt. An beiden Ellenbogengelenken bestanden deutliche arthrotische Veränderungen. Nach der Implantatoperation hatte der Hund immer noch eine deutliche Cubarthrose. Die explantierte Seite zeigte eine deutliche knöcherne Proliferation an der Resektionsstelle und es bestand ein Kontakt zum Azetabulum.

Drei Jahre und vier Monate nach der ersten Untersuchung lagen noch deutliche knöcherne Zubildungen im Bereich der Resektionsstelle und des Azetabulums sowie ein Trochanterhochstand vor.

4.2.2 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer septischen Lockerung der Endoprothese

Bei diesen Patienten lag der Beobachtungszeitraum nach der Explantation zwischen drei Wochen und 80 Monaten. Drei-acht Wochen postoperativ zeigten die sechs Patienten folgende Veränderungen: zwei Patienten (Nr. 10 und 28) zeigten massive periostale Reaktionen. Bei Patient Nr. 28 lagen periostale lamelläre, leicht raue knöcherne Zubildungen medial am Femurschaft und eine Sequesterbildung vor. Bei diesem Hund wurde eine Computertomografie durchgeführt. Bei Patient Nr. 42 wurde eine deutliche Kallusbildung beobachtet. Bei drei Hunden (Nr. 1, 19 und 36) hatte sich die Osteomyelitis deutlich beruhigt, die Resektionsstelle war organisiert, jedoch lagen nach wie vor periostale Reaktionen vor.

Patient Nr. 14 wurde zwischen dem dritten Monat und dem ersten Jahr postoperativ zweimal geröntgt: Erste Röntgenbilder zeigten hochgradig periostale knöcherne Reaktionen bis 7 mm Dicke als Zeichen der Osteomyelitis und um das knöcherne Segment im Femurschaftfenster einen deutlichen Aufhellungssaum. Nach einem Monat beruhigten sich die periostalen Reaktionen. Bei Patient Nr. 29 beruhigte sich die Osteomyelitis, der Femur war reizlos. Bei Patient Nr. 10 veränderten sich die periostalen Reaktionen kaum. Bei Patient Nr. 36 lag noch immer eine periostale Reaktion im Bereich der Osteotomie vor. Patient Nr. 40 zeigte eine hochgradige Aufrauung und periostale Reaktionen des resezierten Femurhalses sowie des Azetabulums, beide standen in Kontakt zueinander.

Patient Nr. 28 hatte zwischen dem ersten und zweiten postoperativen Jahr im Bereich der Resektionsstelle des Femurs eine stark atrophisch wirkende Knochenveränderung sowie einen Trochanterhochstand. Der Femurhals hatte Kontakt zum Azetabulum. Im selben Zeitraum wurden bei diesem Patienten eine Fistulografie, eine Magnetresonanztomografie und eine Szintigrafie durchgeführt. Nach der operativen Versorgung von Fistel und Sequester bestand kein Hinweis auf eine Lyse oder Osteomyelitis. Der Femur hatte sich deutlich erholt. Der Patient Nr. 40 hatte immer noch einen sehr engen Kontakt zwischen Femur und Becken im Bereich der Resektionsstelle, sowie eine diffuse Markraumverdichtung und teilweise massive periostale Zubildungen am Femurschaft. In diesem Zeitraum wurde bei Patient Nr. 14 eine neue zementlose (Kyon-) Prothese alio loco implantiert, die unglücklicherweise erneut explantiert werden musste. Die Prothese hatte sich im Femurschaft gelockert und war nach lateral gewandert. Periostale Reaktionen befanden sich kranial und kaudal am Femurschaft. Später zeigte der Hund eine Sequesterbildung am Femurschaft und eine Fistelbildung im

Bereich des Oberschenkels. Zwei Jahre später wurde bei Patient Nr. 28 eine Diskospondylitis diagnostiziert.

Im dritten und sechsten Jahr wurden 2 Hunde klinisch vorgestellt. Patient Nr. 14 erholte sich nach der Fistel- und Sequesterbehandlung des Femurs. Es kam zu Anreicherungen im proximalen und distalen Teil des Femurschafts. Bei Patient Nr. 19 lehnten die Besitzer die röntgenologische Untersuchung aus Altersgründen ab.

4.2.3 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einer Luxation der Endoprothese

Bei dieser Gruppe lag der Beobachtungszeitraum nach der Explantation zwischen vier Wochen und 48 Monaten. Zwei von sieben Patienten (Nr. 33 und 34) konnten nachuntersucht werden.

Bei Patient Nr. 34 wurde ein Ausriss des Trochanters an der explantierten Seite festgestellt. Der Trochanter major war durch die Fraktur isoliert. Im Gegensatz dazu war der Femur reizlos und unverändert.

Der Patient Nr. 33 konnte zweimal in den ersten drei Monaten nach der Explantation röntgenologisch untersucht werden. Bei der ersten Vorstellung hatte der Hund einen nur schlecht mineralisierten Trochanter sowie knöcherne Proliferationen im Bereich der Osteotomiestelle des Femurs und am Azetabulum. Ein Monat später hatte der Patient durchbaute Knochen, einen Trochanterhochstand und deutliche periostale Reaktionen. Im dritten Monat erhielt der Hund ein neues Implantat. Weitere röntgenologische Untersuchungen waren nicht möglich. Wegen einer angeblichen Luxation der neuen Prothese wurde der Hund ohne weitere Röntgenuntersuchung alio loco euthanasiert.

Im dritten Jahr wurden bei Patient Nr. 34 neue knöcherne Zubildungen am Trochanter major diagnostiziert. Femur und Resektionsstelle zeigten keine negativen Veränderungen. Vier Monate nach der letzten Untersuchung zeigte der Hund neurologische Probleme, es lag jedoch kein Hinweis auf einen Bandscheibenvorfall vor.

4.2.4 Röntgenverlaufskontrollen der Patienten mit einem Implantatbruch der Endoprothese

Fünf Monate nach der Explantation war der Femur von Patient Nr. 5 reizlos und zeigte keine periostalen Reaktionen.

5 Ganganalytische Untersuchungen

Durch die computergestützte Ganganalyse, ist es möglich immer mehr Daten zu den Bewegungsabläufen des Tieres zu sammeln (ALLEN et al. 1994, BUDSBERG 2002). Die Gelenke der Hintergliedmaßen können mittels Goniometrie und kinematischer Ganganalyse beurteilt werden.

5.1 Goniometrie

Goniometrie dient der Beurteilung der Beweglichkeit von Gelenken. (MAI 2006) Mit zur Hilfenahme der Messung der Gelenkwinkel. Dafür wird das Gelenk ausgehend von der Normalstellung gebeugt und gestreckt und in der Regel durch ein transparentes Kunststoff-Goniometer vermessen. Das Goniometer wird mit seinem Drehpunkt im Drehpunkt des Gelenks angelegt, die Schenkel liegen in der physiologischen Gelenkachse. Tastbare Orientierungspunkte am Hinterbein sind Tuber sacrale, Tuber ischiadicum, Trochanter major, Tuberositas tibiae, Malleolus lateralis.

Das Gelenk wird maximal gebeugt (Flexion) und gestreckt (Extension), die Werte werden abgelesen und notiert. Goniometrie ist eine einfache, erschwingliche und nichtinvasive Methode zur Bestimmung der Beweglichkeit eines Gelenks, dem Range of Motion (ROM) (MAI 2006).

Bei Patienten, bei denen eine Winkelmessung durchgeführt wurde, lag meistens auch auf der kontralateralen Seite eine mittel- oder hochgradige Koxarthrose vor. Aus diesem Grund wurden die Daten der explantierten Seite nicht mit denen der anderen Seite verglichen. Die Daten wurden mit denen von JAEGER et al. (2002) beschriebenen physiologischen Range of Motion beim Labrador Retriever verglichen, Hüfte: Flexion 50°, Extension 162°; Knie: Flexion 42°, Extension 162°; Tarsus: Flexion 39°, Extension 164°.

Tab. 34: Werte der goniometrischen Winkel der explantierten Hintergliedmaße (°)

Patient	Extension	Abweichung	Flexion	Abweichung	Bewegungsradius	Gruppe
9	152	-10	50	+/- 0	102	Asep.
17	150	-12	56	+6	94	
44	148	-14	50	+/- 0	98	
51	156	-6	52	+2	104	
14	158	-4	45	-5	113	Sep.
19	145	-17	48	-2	141	
28	150	-12	45	-5	110	

33	130	-32	49	-1	126	Lux.
34	143	-19	49	-1	139	

Asep.: Patienten mit aseptischer Lockerung, Sep: Patienten mit septischer Lockerung, Lux.: Patienten mit Luxation

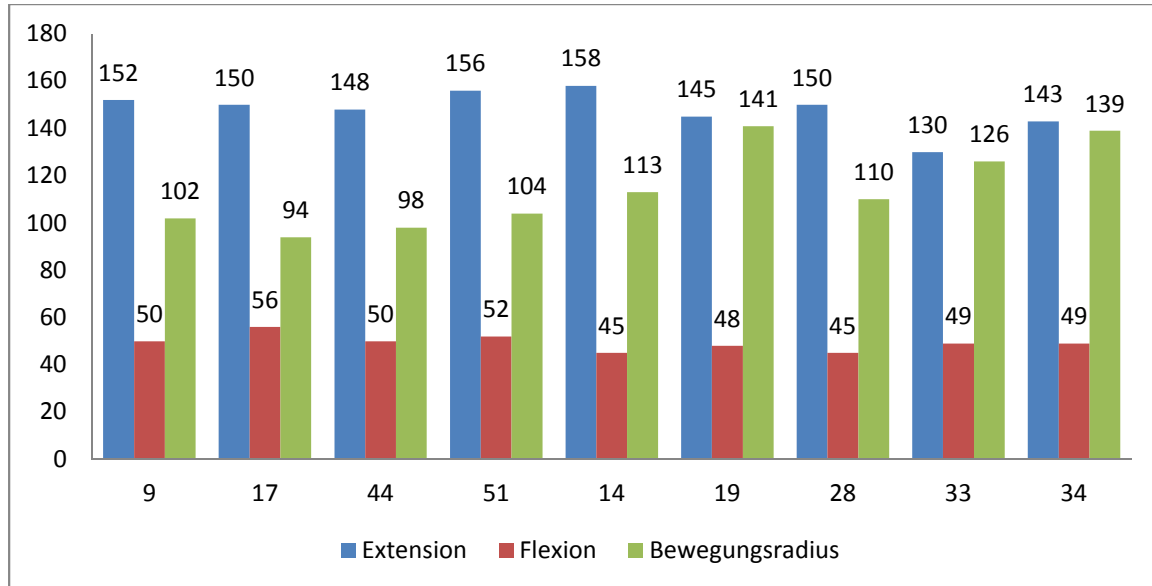


Diagramm 9: Überblick über die Werte-Verteilung der goniometrischen Winkel der explantierten Hintergliedmaßen

5.2 Computerisierte Ganganalyse

Neun erwachsene Hunde unterschiedlicher Rassen mit explantierter Hüftendoprothesen wurden zur Beurteilung des Gangbilds in die Studie aufgenommen. Die Ganganalyse wurde im Ganglabor der Chirurgischen Tierklinik der LMU durchgeführt. Die kinetischen Daten wurden auf einem Laufband mit vier integrierten Kistler® Kraftmessplatten (Aufnahmefrequenz 500 Hertz) erhoben. Die Vertikale Bodenreaktionskräfte betragen ca. 70-75 % des Körpergewichts und werden hauptsächlich durch Geschwindigkeit und Schwerkraft, d.h. dem Körpergewicht bestimmt. Die horizontalen Brems- und Schubkräfte erlauben eine differenziertere Beurteilung des Bewegungsablaufs und seiner möglichen Störungen. Rückschlüsse auf einzelne Gelenk- oder Muskelprobleme werden möglich Wogegen die vertikalen Kräfte nur die auf eine Gliedmaße einwirkende Schwerkraft und somit die Schwerpunktverlagerung widerspiegelt. Im Endeffekt erlauben die horizontalen Kräfte eine bessere Beurteilung der Belastung einer Gliedmaße. Ein Rückschluss auf ein Gelenk ist allerdings durch die kinetischen Werte (vertikale und horizontale Bodenreaktionskräfte) nicht möglich. Die Kinetik ist gliedmaßen-, aber nicht gelenkspezifisch. Die Kinematik erlaubt dann in Kombination mit der Kinetik einen Rückschluss auf ein Gelenk (DeCamp, 1997).

Das Laufband mit vier separaten Messflächen für Vertikalkraftmessung besteht aus zwei getrennten Laufflächen incl. 16 Kraftaufnehmern, einem Verstärker, AD-Karte (16 Kanäle) und der Erfassungssoftware (Simi® Motion Analysis Software).

Mithilfe von neun Kameras inklusive Scheinwerfern können Videos zur Gangbildanalyse aufgezeichnet werden. Die Messplatten sind eben in den Boden eingelassen und an vier Kraftsensoren aufgehängt, die die Kraftkomponenten in allen Richtungen des Raumes erfassen. Alle gemessenen Daten werden auf einen Rechner übertragen und können dort gespeichert und ausgewertet werden.

Die Laufbanduntersuchung wurde von unterschiedlichen Untersuchern durchgeführt, die Auswertung der Ganganalyse erfolgte über die Simi® Motion Analysis Software. Zu Beginn wurden die Tiere einige Minuten an das Laufen auf dem Band gewöhnt. Die Fixierung der Hunde auf dem Laufband erfolgte durch verschiedene Assistenten und Tierbesitzer. Anschließend wurden die Segmentlängen der Hunde erfasst. Für die Aufnahmen mit dem Simi® Motion Analysis Software (Fa. SIMI® Motion GmbH, Unterschleißheim, Deutschland) werden passive Hautmarker benötigt. Zur gleichzeitigen kinematischen Untersuchung wurden den Patienten reflektierende Marker (aus Styropor) an definierten Orten der Beckengliedmaßen (kranialer Punkt der Crista iliaca; Trochanter major ossis femoris,

Epicondylus lateralis ossis femoris; Malleolus lateralis fibulae; distal am Os metatarsale quintum) auf ausrasierten Stellen aufgeklebt. Sodass die Marker direkt auf die Haut der Tiere geklebt werden konnten. Beim Aufkleben der Marker musste beachtet werden, dass die Tiere gerade standen und alle vier Gliedmaßen gleichmäßig belasten, um falsche Markerpositionen auszuschließen.

Auf dem Laufband lag die mittlere Bandgeschwindigkeit bei 0,5 m/ sec. Die Tiere legten während der Aufnahme auf dem Laufband eine Strecke zwischen 200 und 400 m zurück, die Aufnahmen an sich dauerten im Idealfall eine halbe bis eine dreiviertel Stunde. Es wurde drauf geachtet, dass die jeweilige Pfote nur auf die für sie vorgesehene Kraftmessplatte fußte (rechte Vorderpfote rechte vordere Messplatte, rechte Hinterpfote rechte hintere Messplatte,...), so konnten die einzelnen Schritte synchron die Beinbewegungen und die von außen auf die Beine wirkenden Kräfte (Bodenreaktionskräfte) gemessen werden. Über die Software wurde der Bewegungsumfang ROM der Beckengliedmaßen aus den durch die synchronisierten Videoaufnahmen erfassten Daten ausgewertet.

8 Patienten konnten kinetisch und kinematisch untersucht werden, bei einem Patienten wurde keine kinematische Untersuchung durchgeführt, weil die Besitzer die Untersuchung ablehnten.

5.2.1 Kinetik

Während der Fortbewegung werden die Beine zum Stützen und als Hebel zur Vorwärtsbewegung genutzt (WENTINK 1979). Ein Schritt setzt sich aus Stütz und Schwungphase zusammen.

Stützphase:

Der Fuß berührt den Boden und hebt nicht ab. Die Phase wird in die Brems- und Beschleunigungsphase unterteilt.

Schwungphase:

Der Fuß befindet sich über dem Boden.

Im Schritt wird von der Vordergliedmaße 50% der Stützphase zum Bremsen und 50% für den Vorwärtsschub benötigt (DECAMP 1997), bei dem Hintergliedmaßen verteilt sich 34% auf das Bremsen und 66% auf die Beschleunigung (BUDSBERG et al. 1987).

Bei richtiger Messung registrieren die Kraftmessplatten die Summe der Rumpf- und Gliedmaßenkräfte, die über die Gliedmaße auf den Boden übertragen werden.

Zur Beurteilung der Gliedmaßenfunktion werden Bodenreaktionskräfte (F_z = vertikal, F_y = kraniokaudal) herangezogen, inklusiv der Integrale Zeit = Impuls. Die vertikalen Kräfte messen die Gewichtsübernahme, haben die größte Höhe im Vergleich zu den anderen Kräften und sind bei Lahmheit vermindert (DECAMP 1997). Diese, die direkt die Belastung messende vertikale Kraft, ist der wichtigste Parameter bei der Beurteilung von schmerzbedingten Lahmheiten.

Kraniokaudale Kräfte (Brems- und Schubkraft) dienen der Untersuchung der Gliedmaßenvorwärtsbewegung und sind bei Lahmheit vermindert.

Im Schritt zeigen die vertikalen Bodenkräfte an den Hintergliedmaßen eine zweigipfelige m-Form, der erste Peak ist etwas deutlicher (JEWENS et al. 1996). Die Vordergliedmaßen stellen sich bei maximaler Belastung entweder als einzackige oder als flache m-Form dar.

Als Kinetische Parameter wurden die relative Dauer der Standphase, die Gewichtsverteilung und der relative Impulsanteil der erkrankten Gliedmaße herangezogen.

Tab. 35: Kinetische Belastungsdaten

Patient	Seite	Standphase (% Gesamtschritt)	Impuls (% Gesamtimpuls)	Gewichts- verteilung (%)	Anstieg (% KGW/sec)	Gruppe
9	HR	81	27	24	2,52	Asep.
	HL*	69	18	19	2,80	
17	HR*	78	19	19	1,27	
	HL	82	21	20	1,50	
44	HR*	79	18	20	2,65	
	HL	74	15	16	2,44	
51	HR	78	20	20	1,16	
	HL*	76	19	21	1,62	
14	HR*	64	14	16	1,11	Sep.
	HL	76	24	21	2,56	
19	HR	80	25	22	4,24	
	HL*	74	14	17	1,09	
28	HR*	68	11	12	1,87	
	HL	74	13	15	3,55	
33	HR	78	11	11	0,84	Lux.
	HL*	79	15	17	1,07	
34	HR	79	20	19	2,08	
	HL*	76	19	21	2,04	

*operiertes Bein (Explantationsoperation)

HR: hinten rechts, HL: hinten links, Asep.: Patienten mit aseptischer Lockerung, Sep: Patienten mit septischer Lockerung, Lux.: Patienten mit Luxation

5.2.2 Kinematik

Nach der Kalibrierung erfolgt die Berechnung von jedem reflektierenden Marker durch direkte lineare Transformation.

Gelenkwinkel lassen eine Aussage über Flexion (Beugung) und Extension (Streckung) des Gelenks zu. Die ROM gibt den Bewegungsumfang zwischen Flexion und Extension in der natürlichen Bewegung in Grad (°) an.

Für die kinematische Auswertung wurden die maximale Flexion und Extension sowie der Bewegungsumfang (ROM) des Hüftgelenkes erfasst.

Tab. 36: Kinematische Bewegungsanalyse ohne Referenzengruppe

Patient	Hüfte Max.		Hüfte Min.		Hüfte ROM		Hüfte Differenz ROM	Gruppe
	RECHTS	LINKS	RECHTS	LINKS	RECHTS	LINKS		
9	131,71	149,75*	107,18	129,43*	24,53	20,32*	4,21	Asep.
17	127,32*	104,82	92,16*	81,00	35,16*	23,82	11,34	
44	133,64*	101,72	106,87*	65,71	26,77*	36,01	9,24	
51	125,07	133,76*	100,51	105,95*	27,82	24,57*	3,25	
14	98,59*	108,39	79,34*	75,25	19,25*	33,14	13,89	Sep.
28	114,62*	129,41	85,34*	94,11	29,28*	35,30	6,02	
33	97,57	108,80*	71,17	74,47*	26,40	34,33*	7,93	Lux.
34	271,05	262,33*	242,42	242,08*	28,63	20,24*	8,39	

*operiertes Bein (Explantationsoperation)

Asep.: Patienten mit aseptischer Lockerung, Sep: Patienten mit septischer Lockerung, Lux.: Patienten mit Luxation

Generell ist der Vergleich der ROM der explantierten Seite mit der ROM der nicht explantierten Seite schwierig, da diese Seite in vielen Fällen ebenfalls erkrankt war. Dadurch kann auch bei der nicht explantierten Seite nicht von einem physiologischen Bewegungsumfang ausgegangen werden. Man vergleicht also einen pathologischen Bewegungsumfang mit einem pathologischen Bewegungsumfang. Die Aussagekraft dieses Vergleichs ist gering. Der Vergleich einer explantierten Seite mit einem gesunden zweiten Hinterbein ist möglich und sinnvoll. Als Referenzgruppe wurden die mittleren Werte (RW) der Deutschen Schäferhunde aus der Studie von RAITH (2010) übernommen.

Tab. 37: Kinematische Bewegungsanalyse mit Referenzengruppe

Patient	Hüfte Max.		Hüfte Min.		Hüfte ROM		Hüfte Differenz ROM	Gruppe
	RECHTS	LINKS	RECHTS	LINKS	RECHTS	LINKS		
9	122,8	149,75*	88,8	129,43*	34,0	20,32*	13,68	Asep.
17	127,32*	121,2	92,16*	86,7	35,16*	34,5	0,66	
44	133,64*	121,2	106,87*	86,7	26,77*	34,5	7,73	
51	122,8	133,76*	88,8	105,95*	34,0	24,57*	9,43	
14	98,59*	121,2	79,34*	86,7	19,25*	34,5	15,25	Sep.
28	114,62*	121,2	85,34*	86,7	29,28*	34,5	5,22	
33	122,8	108,80*	88,8	74,47*	34,0	34,33*	0,33	Lux.
34	122,8	262,33*	88,8	242,08*	34,0	20,24*	13,76	

*operiertes Bein (Explantationsoperation)

Asep.: Patienten mit aseptischer Lockerung, Sep: Patienten mit septischer Lockerung, Lux.: Patienten mit Luxation

5.3 Ganganalytische Beurteilung auf dem Laufband

Insgesamt fand bei neun Patienten eine ganganalytische Beurteilung auf dem Laufband statt. Bei vier Patienten erfolgte eine Explantation aufgrund einer aseptischen Lockerung (Patient Nr. 9, 17, 44 und 51), bei drei Patienten aufgrund einer septischen Lockerung (Patient Nr. 14, 19 und 28) und bei zwei Patienten aufgrund einer Luxation (Patient Nr. 33 und 34). Alle ganganalytischen Daten wurden im Schritt ermittelt.

In der Literatur spricht man erst bei einer Differenz von 4-5° von einem wirklichen Unterschied, der nicht auf eine natürliche Varianz bzw. Messungenauigkeit zurückzuführen ist. Die Werte wurden auch in dieser Arbeit übernommen.

5.3.1 Patienten mit aseptischer Lockerung:

•Patient Nr. 9 hatte eine bilaterale Hüftgelenksendoprothese. Die linke Hüftgelenksendoprothese wurde explantiert. Kurz nach der Explantation zeigte der Hund klinisch fast keine Lahmheit.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf rechte Seite	(HR 24/ HL 19)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Gering linke Seite	(HR 252/ HL 280)
Unterschied beim Impuls:	Gering rechte Seite	(HR 27/ HL 18)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering rechte Seite	(HR 81/ HL 69)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 4,21° rechts > links
	Diff. mit Referenzwert 13,68 recht>RW

Nach einem Unfall, bei dem der Patient auf dem Boden ausrutschte, lief der Hund geringgradig lahm.

•Auch Patient Nr. 17 erhielt eine bilaterale Hüftgelenksendoprothese. Bei diesem Hund wurde die rechte Seite des Implantates entfernt. 72 Monate nach der Explantation wurde bei der klinischen Untersuchung keine Lahmheit beschrieben. Die rechte Seite konnte leicht gebeugt und gestreckt werden.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Keine	(HR 19/ HL 20)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Gering linke Seite	(HR 127 / HL 150%)
Unterschied beim Impuls:	Unauffällig	(HR 19/ HL 21)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering linke Seite	(HR 78/ HL 82)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 11,34° rechst > links
	Diff mit Referenzwert 0,66 recht>=RW

Die physiologische Gewichtsverteilung beträgt ca. 20% je Hinterbein und ca. 30% je Vorderbein. Die Verteilung ist rasseabhängig und kann zum Beispiel durch den Füllungszustand der Eingeweide, der Kopfhaltung beeinflusst werden. Diese Verteilung gilt auch für den Impuls, da der Impuls das Produkt aus vertikaler Bodenreaktionskraft und Standphasendauer ist und die Standphase der Vorder- und Hinterbeine physiologischerweise gleich lang ist. Somit verteilt ein Hund die Last, der wie Patient Nr. 9 rechts 24% und links

19% der Last trägt, auf das rechte Bein um. Dadurch tragen die Vorderbeine weniger als 60% der Last, (24% und 19% =43%), sodass für die Vorderbeine maximal 57% verbleiben.

Anders ist es jedoch bei dem Patient Nr. 44, der rechts 20% und links 16% der Belastung trägt. Dieser Hund entlastet das linke Bein ohne dabei das rechte Bein vermehrt zu belasten, denn das rechte Bein nicht mehr als ca. 20% der Last trägt. Somit verlagert dieser Hund sein Gewicht vermehrt auf die Vorderbeine, denn diese $100 - 20\% \text{ (rechtes Hinterbein)} - 16\% \text{ (linkes Hinterbein)} = 64\%$ tragen müssen.

•Bei Patient Nr. 44 wurde an der rechten Seite der Hüfte das Implantat explantiert. Der Hund zeigte bei den klinischen Untersuchungen eine nur geringgradige Lahmheit. Auf der explantierten Seite bestand eine deutliche Extensionshemmung. In der linken Hüfte wurde eine hochgradige Hüftdysplasie in Subluxationsstellung festgestellt.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf rechte Seite (HR 20/ HL 16)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Gering rechte Seite (HR 265 / HL 244)
Unterschied beim Impuls:	Gering rechte Seite (HR 18/ HL 15)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering rechte Seite (HR 79/ HL 74)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz $12,6^\circ$ rechts < links
	Diff mit Referenzwert $7,73$ recht<RW

•Bei Patient 51, bei dem die linke Hüftendoprothese alio loco implantiert und explantiert wurde, konnten unterschiedliche Untersuchungen auf dem Laufband durchgeführt werden. Es zeigten sich Unterschiede im Anstieg der Belastung auf der rechten Seite. Bei der letzten Untersuchung fand ein Seitenwechsel (Lahmheitsumschwung) statt.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Keine	(HR 20/ HL 21)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Gering linke Seite	(HR 116 / HL 162)
Unterschied beim Impuls:	Keine	(HR 20/ HL 19)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Unauffällig	(HR 78/ HL 76)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 3,25° rechts < links Diff. mit Referenzwert 9,43 recht>RW
-----------	--

5.3.2 Patienten mit septischer Lockerung:

•Bei Patienten Nr. 14 wurde eine zementierte und später eine zementlose (alio loco implantierte) Hüftgelenksprothese an der rechten Seite explantiert. Nach Explantation des zementlosen Implantates wurde der Hund mehrmals auf das Laufband gestellt. Bei vorherigen Untersuchungen, die zwischen der Explantation der zementierten und der Implantation der zementlosen Hüftendoprothese stattfanden, waren keine Unterschiede in der Gewichtsverteilung und beim Impuls feststellbar. Nach der Explantation des zementlosen Implantats wurde ein Anstieg der Belastung auf der rechten Seite festgestellt. Der Hund lief sehr gut, adspektorisch wurde keine Lahmheit diagnostiziert. Eine Extension der Hüfte war gut möglich, das Bein war sehr beweglich.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf linke Seite	(HR 16/ HL 21)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Deutlich linke Seite	(HR 111 / HL 256)
Unterschied beim Impuls:	Gering linke Seite	(HR 14/ HL 24)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering linke Seite	(HR 64/ HL 76)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 13,89° rechts < links Diff. mit Referenzwert 15,25 recht<RW
-----------	--

•Bei Patient Nr. 19, bei dem linksseitig eine Explantation durchgeführt wurde, fand die Gangbildanalyse auf dem Laufband fast sieben Jahre nach der Explantation statt. Der Patient zeigte klinisch eine geringgradige Lahmheit. Die Hüfte war frei beweglich und eine Extension gut möglich. Da der Besitzer mit dem Ausrasieren der Markerpunkte nicht einverstanden war, wurde keine kinematische Untersuchung durchgeführt.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf rechte Seite (HR 22/ HL 17)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Deutlich rechte Seite (HR 424 / HL 109)
Unterschied beim Impuls:	Gering rechte Seite (HR 25/ HL 14)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering rechte Seite (HR 80/ HL 74)

•Bei Patient 28 wurde die rechte Hüftgelenksendoprothese entfernt. Postoperativ kam es zu einer Fistelbildung, der Hund ging mittelgradig lahm. Nach der Entfernung der Fistel lief der Hund noch immer geringgradig lahm.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf linke Seite (HR 12/ HL 15)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Deutlich linke Seite (HR 187 / HL 355)
Unterschied beim Impuls:	Gering linke Seite (HR 11/ HL 13)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering linke Seite (HR 68/ HL 74)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 6,02° rechts < links
	Diff. mit Referenzwert 5,22 recht<RW

Ein Hund, wie Patient Nr. 28, verteilt das Gewicht in erheblichem Umfang auf die Vorderbeine um. Bei solchen Tieren liegt in der Regel eine beidseitige Erkrankung der Hinterbeine vor. Bei diesem Tier ist der Unterschied zwischen dem rechten und linken Hinterbein nicht erheblich, aber die Entlastung beider Hinterbeine zu Lasten der Vorderbeine ist sehr groß. Gleiches gilt für Patient Nr. 33.

Bei Hunden, bei denen keine große Umverteilung auf das rechte oder linke Hinterbein stattfand, sondern salopp ausgedrückt der Hund auf beiden Hinterbeinen lahm ging und die

schmerzhaftere Seite noch weniger belastet wurde als das zweite Hinterbein“ fand eine Umverteilung auf die Vorderbeine statt.

5.3.3. Patienten mit Luxationen:

•Bei Patient Nr. 33 wurde die linke Seite der Hüftgelenkendoprothese explantiert. Nach der Explantation lief er klinisch sehr gut, es wurde keine Lahmheit beschrieben. Später erhielt der Patient eine rechtsseitige Hüftendoprothese. Die Untersuchung auf dem Laufband fand vor dem Einsatz des zweiten Implantats statt.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf linke Seite	(HR 11/ HL 17)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Deutlich linke Seite	(HR 84/ HL 107)
Unterschied beim Impuls:	Gering linke Seite	(HR 11 / HL 17)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Keine	(HR 78 / HL 79)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 7,93° rechts < links
	Diff mit Referenzwert 0,33 recht<RW

•Bei Patient Nr. 34 wurde 36 Monate nach der Explantation eine Gangbildanalyse auf dem Laufband durchgeführt. Bei diesem Hund wurde die linke Hüftendoprothese explantiert. Klinisch zeigte der Hund eine geringgradige Lahmheit.

Belastungsdaten Hintergliedmaßen

Gewichtsverteilung:	Gering auf linke Seite	(HR 19/ HL21)
Unterschied im Anstieg der Belastung:	Gering rechte Seite	(HR 208/HL 204)
Unterschied beim Impuls:	Keine	(HR 20/ HL 19)
Dauer der Standphase in % Gesamtschritt:	Gering	(HR 79/ HL 76)

Bewegungsanalyse Gelenkwinkel ROM

ROM Hüfte	Differenz 8,39° rechts > links
	Diff. mit Referenzwert 13,76 recht>RW

IV Diskussion

1 Probleme bei Hüftgelenksprothesen

Da zahlreiche Patienten mit degenerativen und posttraumatischen Arthropathien im Bereich des Hüftgelenks klinische Symptome entwickeln, hat die medizinische bzw. tiermedizinische Forschung verschiedene Hüftgelenksendoprothesen entwickelt, um die Einsatzfähigkeit des Gelenks wiederherzustellen. Durch den Ausfall eines Hüftgelenks wird die Funktionsfähigkeit der gesamten Extremität eingeschränkt. Zementierte Totalhüftendoprothesen wurden beim Menschen von CHARNLEY (1961), beim Hund von GORMAN (1957) beschrieben. In verschiedenen Studien (OLMSTEAD et al. 1983, DE YOUNG et al. 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, MASSAT 1995, SCHULZ 2000, SCHULZ und LOIC 2004) wurde über den erfolgreichen Einsatz von Hüftgelenksendoprothesen bei Hunden berichtet. In der Entwicklung der Hüftgelenksprothesen entstanden unterschiedliche zementverankerte Modelle, wie die Canine Richards II Prothese, die Aesculap Prothese, das Biomedrix Canine Modular Hüftprothesen System, die Biomechanique Prothesen, die Perot Prothese und die Heiland Oldag Totalendoprothese oder aber zementlose Modelle wie die PCA- Prothese, die Kyon Prothese, die Helica-Hüftendoprothese oder die Hybrid Prothesentypen (d.h. eine Komponente wird zementiert, die andere zementfrei implantiert).

In der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität wurden zu Beginn Prothesen vom Typ Canine-Richards II implantiert, danach wurde die Biomechanique Prothese verwendet (HOLZ 2002).

Indikationen für Hüftendoprothesen (OLMSTEAD et al. 1983, MASSAT und VASSEUR 1994, MASSAT 1995, SKURLA et al. 2000, PERSLOW et al. 2002, SCHULZ und LOIC 2004, BERGH et al. 2006) sind:

- sekundäre schmerzhafte Arthrosen aufgrund von Hüftdysplasie
- Luxationen infolge von Hüftdysplasie
- Avaskuläre Nekrose des Hüftgelenks
- Chronische traumatische Luxation des Hüftgelenks
- Irreparable intraartikuläre Frakturen
- Fehlerhafte angewandte Exzision einer Arthroplastik
- Arthrose nach Trauma

Einige wichtige Indikationen für Totalendoprothesen sind Hüft dysplasien bzw. Koxarthrosen, Luxationen oder intraartikuläre Frakturen (MASSAT und VASSEUR 1994, SCHULZ 2000). Die dauerhaft schmerzhaft e Hüftgelenk dysplasie bzw. Koxarthrose ist die häufigste Indikation für die Hüftgelenk sendoprothese beim Hund (OLOFF und KÜSSWETTER 1983, OLMSTEAD 1987, BARDET und MATIS 1990, DE YOUNG et al. 1992, KOSFELD 1996, HOLZ 2002).

Die Implantation einer Hüfttotalendoprothese beim Hund kommt nach DÁVID und KASPER (1991) nur in Betracht, wenn eine schwere Hüft dysplasie bzw. eine hochgradig schmerzhaft e Koxarthrose vorliegt.

Der Großteil der Patienten (27 Patienten, 93.1%), die in der Chirurgischen Tierklinik operiert worden sind, erhielten aufgrund einer schmerzhaften Koxarthrose erstmals eine Hüfttotalendoprothese implantiert. Bei zwei Patienten (6.9%) bestanden andere Gründe: schmerzhaft e Syndesmose nach Resektionsarthroplastik und Femurluxation mit Koxarthrose.

Die Geschlechtsverteilung der Hunde mit Hüftgelenk dysplasie entspricht im eigenen Patientengut der Menge, die SMITH et al. (1995) erhoben haben.

In der Frühphase der Koxarthrose findet man besonders Schwierigkeiten beim Aufstehen, eine unregelmäßige Steifheit oder die Zurückhaltung körperlicher Bewegung. Im weiteren Verlauf entstehen Lahmheiten, eine eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit, Muskelatrophien und Gewichtsverlagerung zur gesunden Seite.

Patienten mit weit fortgeschrittener Koxarthrose zeigen eine reduzierte und schmerzhaft e Abduktion und Extension der Hüfte, weil die Kontraktion des M. pectineus und des M. iliopsoas die Abduktion und Extension der Hüfte zusätzlich einschränken (BALLINARI et al. 1995).

Die Patienten, die unter schmerzhaft er Koxarthrose litten, wurden in der Tierklinik mit deutlicher Lahmheit der Hintergliedmaßen vorgestellt. Sie zeigten eine Muskelatrophie im Bereich der Hüfte der betroffenen Hintergliedmaße. Die Hunde hatten unterschiedlich starke Schmerzen und versuchten die Gliedmaße zu entlasten. Zwischen den einzelnen Hunden bestehen Unterschiede in der Schmerzempfindung, bei Manipulationen (meist Rotation und Extension) an dem Hüftgelenk zeigten diese Hunde deutliche Schmerzen.

Situationen, bei denen eine Hüftgelenk sendoprothese kontraindiziert ist (MASSAT 1995, SCHULZ 2000, SCHULZ und LOIC 2004, IWATA et al. 2008), sind:

- Systemische Erkrankungen, die nicht kontrolliert sind oder nicht behandelt werden können (Endokrinopatienten, Anämie, Blutgerinnungsstörungen, Neoplasien, Bluthochdruck, Herz-Leber-Nierenversagen, etc.)
- Primären Neoplasien: Osteosarkom, synoviale Sarkom, andere..
- metastasierende Neoplasien an Pelvis, Acetabulum oder Femur
- Septische Arthritis, Osteomyelitis, Discospondylitis infektiös sowie eine Infektion oder eine lokalisierte oder systemische Erkrankung
- Erkrankungen des Nervensystems, die an den Hinterbeine lokalisiert sind
- Unzureichende Knochenstruktur des Acetabulums
- Übermäßige Kallusbildung im Hüftgelenk nach Frakturen
- Extrem schmaler Markraum des Femurs
- Akute oder chronische pathologische Krankheiten der Hintergliedmaßen, die andere Gelenke beeinflussen können
- Aggressive, unkontrollierbare Tiere

Die Implantation zementierter Prothesen wurde bei erwachsenen Patienten empfohlen, die die Entwicklungsphase abgeschlossen hatten, da die Implantate bei diesen Patienten langfristig eine gute Funktion zeigen (OLMSTEAD et al. 1983, MASSAT 1995, OLMSTEAD 1998). Bei einer mit Knochenzement fixierten Prothese kann die operierte Gliedmaße direkt nach dem Aushärten des Zementes sofort wieder belastet werden, da direkt ein Höchstmaß an Festigkeit zwischen Prothese und Knochen besteht.

Die Revision dieser Operation und Implantatextraktion ist ein schwieriger Prozess.

Zementlose Prothesen können bei Patienten eingesetzt werden, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist (DE YOUNG et al. 1992, SWAINSON 2003).

Nach MATIS (1995) sollte der Einsatz einer Hüftendoprothese erst nach dem Schluss der Wachstumsfugen, also ab einem Mindestalter von neun Monaten erfolgen (REMEDIOS und FRIES 1995, WALLACE und OLMSTEAD 1995).

Bei KOSFELD (1996) wurden 19 von 258 Hüftprothesen bei Hunden, die jünger als 12 Monate waren (der jüngste fünf Monate), implantiert. Seinen Untersuchungen zufolge bestand kein negativer Einfluss auf das Ergebnis.

51 Hunde, bei denen in unserer Untersuchung eine Explantation durchgeführt wurde, waren neun Monate oder älter. Ein Hund war acht Monate alt.

Die Hüftgelenktotalendoprothese führt bei sorgfältig gestellter Indikation in der Regel zu guten Langzeitergebnissen bei Hunden. Dagegen kann die Lebensdauer des Implantates durch Komplikationen wie Infektionen und aseptische Lockerung, begrenzt werden (BERGH et al. 2006). Die wichtigsten Komplikationen sind Infektionen, Implantatlockerung, Luxation, Neurapraxie des N. ischiadicus, Prothesenbruch, ektopische Ossifikation, Femurfraktur und weiterhin bestehende Schmerzhaftigkeit der Hüfte in Kombination mit einer Lahmheit (OLMSTEAD und HOHN 1980; OLMSTEAD 1987; MONTGOMERY et al. 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, OLMSTEAD 1995, DYCE et al. 2000, LEE und KAPATKIN 2002; PERSLOW et al. 2002; PALMISANO et al. 2003; WARNOCK et al. 2003). Außerdem besteht die Gefahr einer Lungenembolie, die auch zum Tod führen kann (REINDL und MATIS 1998, LISKA und POTEET 2003). Zu den Komplikationen, die seltener beobachtet wurden, zählen das Zementgranulom, das Osteosarkom, die Luxatio patellae, eine Pfannenmigration und die Infraktion des Medullarkanals (MASSAT 1995, ROE et al. 1996, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999, SEBESTYEN et al. 2000, LISKA 2000, LEE und KAPATKIN 2002, HUNTER et al. 2003, PALMISANO et al. 2003, LISKA 2004, BERGH et al. 2006, ANDREWS et al. 2008).

Die Indikationen für eine Explantation an der Chirurgischen Tierklinik waren unterschiedlich. Die häufigsten Gründe waren die aseptische (51%) und die septische Lockerung (31,4%), desweiteren Luxationen (13,7%) und Implantatbruch der Schaftkomponente (3,9%). Zwei von 26 Patienten mit einer aseptischer Lockerung und einer von sieben Patienten mit Luxation wurden zusätzlich mit einer Femurfraktur vorgestellt.

Verschiedene Autoren bestätigen, dass zu große Implantate oder eine unsachgemäße Präparierung einen Einfluss auf die Entstehung von Fissuren oder Frakturen haben. Fissuren bleiben intraoperativ häufig unentdeckt und führen erst im Nachhinein zum Prothesenausbruch (OLMSTEAD 1987; JASTY et al. 1992; MONTGOMERY et al. 1992; GUTBROD und FESTL 1995; MASSAT 1995; LISKA 2004).

1.1 Patientengut und Explantationsoperation

An der Chirurgischen Tierklinik wurden bei 50 Patienten Hüftgelenkendoprothesen explantiert. Es handelte sich dabei um Hunde verschiedener Rassen und unterschiedlichsten Alters. Je nach Befund wurden die Tiere in vier Gruppen eingeteilt: Patienten mit aseptischer

Lockerung, Patienten mit septischer Lockerung, Luxation und Implantatbruch der Endoprothese.

Der Deutsche Schäferhund war in vielen Studien die am häufigsten betroffene Rasse (OLMSTEAD und HOHN 1980, PÉROT 1985, GUTBROD und FESTL 1995).

In einer Studie mit 12 Hunden (DYCE und OLMSTEAD 2002) wurden die Prothesen bei folgenden Rassen aufgrund einer septische Lockerung entfernt: Deutscher Schäferhund (fünf Hunde), Rottweiler (drei Hunde), Neufundländer (zwei Hunde), Labrador Retriever (ein Hund) und Mischlinge (ein Hund).

In unserer Studie war der Schäferhund (10 von 51) ebenfalls die am häufigsten betroffene Rasse für eine Explantation. Zweithäufigste Rasse war der Golden Retriever (acht Hunde), gefolgt von Berner Sennenhund (fünf Hunde), Neufundländer (zwei Hunde) und Briard (zwei Hunde). Russischer Terrier, Gordon Setter, Dt. Drahthaar, Bobtail, Flat Coated Retriever, Bearded Colie, Alaskan Malamute, Collie, Altdeutscher Schäferhund, kleiner Münsterländer waren jeweils einmal vertreten. Bei den Mischlingen war der Schäferhundmischling vier-mal vertreten, Mischlinge aus Münsterländer, Jagdhund, Boxer, Rottweiler und Australian Shepherd je einmal. Fünf Mischlinge konnten keiner Rasse zugeordnet werden.

Bei OLMSTEAD und HOHN (1980), OLMSTEAD et al. (1983), BARDET und MATIS (1990), BARDET und LETOURNEL (1995), KOSFELD (1996) war der Anteil männlicher Tiere bei Hüftendoprothesen höher im Vergleich zu Weiblichen, während GUTBROD und FESTL (1995) und HOLZ (2002) zu einem andren Ergebnis kamen.

DYCE und OLMSTEAD (2002) führten bei 12 Hunden eine Explantation durch, davon bei sieben männlichen und fünf weiblichen Hunden. Das mittlere Gewicht betrug 42 kg (27 kg - 62 kg). Das Alter lag im Durchschnitt bei vier Jahren (10 Monate - 11 Jahre).

In unserer Untersuchung waren 30 (58,8%) Hunde männlich und 21 (41,2 %) Hunde weiblich, die Gewichtsspanne lag zwischen 16,8 bis 57,0 kg. Das durchschnittliche Gewicht der weiblichen Tiere betrug 30,5 kg, das der Männlichen 37,2 kg. Der jüngste Patient war ein Jahr alt, der Älteste 12 Jahre. Das Durchschnittsalter der Hunde betrug 5,7 Jahre.

BERGH et al. (2006) berichteten, dass Rüden häufiger als Hündinnen zur Revisionsoperation vorgestellt wurden.

Obwohl viele Patienten mit einer Totalendoprothese bilaterale Koxarthrosen haben, scheint eine einseitige Behandlung, postoperativ im Vergleich zu präoperativen Werten, eine ausreichende Funktion mit verhältnismäßig großer Gewichtsumlagerung auf den implantierten Teil zu bieten. (MASSAT und VASSEUR 1994, BUDSBERG et al. 1996, SKURLA et al. 2005, BERGH et al. 2006). Allerdings kann dies zu einer erhöhten Belastung und zum vorzeitigen mechanischen Versagen des Implantats führen.

Postmortem-Studien haben gezeigt, dass die bilateralen Implantate biomechanisch deutlich stabiler waren und eine geringere Inzidenz aseptischer Lockerungen im Vergleich zu einseitigen Implantaten hatten (SKURLA und JAMES 2005, SKURLA et al. 2005). Es scheint, dass die Lastverteilung zwischen zwei Beinen weniger Verschleiß der einzelnen Komponenten zur Folge hat und mehr Widerstand gegen die aseptische Lockerung bietet.

10 der 51 Hunde (19.6%) unserer Studie hatten beidseits eine Hüftendoprothese. Das Zeitintervall zwischen beiden Operationen variierte zwischen sieben und 24 Monaten. Erst nach dem zweiten chirurgischen Implantateinsatz traten klinische Komplikationen auf. Sieben von 10 Hunden hatten eine bilaterale Hüftendoprothese und eine einseitig aseptische Lockerung, bei drei dieser Patienten musste das zuerst eingesetzte Implantat wieder entfernt werden. Bei einem Patient entsprach der Zeitabstand zwischen beiden Eingriffen sieben Monate, bei zwei Patienten waren es 23 bzw. 24 Monate. Bei neun Patienten musste nur ein Implantat explantiert werden, bei einem Patienten beide.

Explantationsoption

Die Operation sollte unter streng aseptischen Bedingungen durchgeführt werden. Eine längere Operationsdauer erhöht das Risiko von Komplikationen. MASSAT und VASSEUR (1994) waren auch der Meinung, dass eine verlängerte Operationszeit eine übermäßige Traumatisierung des Gewebes und mehrere Operationen das Risiko der Wundinfektion nach einer Totalendoprothesenoperation ansteigen lassen.

Bei DYCE und OLMSTEAD (2002) wurde das pfannenimplantat mit einem kleinen Osteotom und einem Hammer durch eine Zertrennung der Pfannen-Zement-Grenze entfernt. Der darunter liegende Zementmantel wurde dadurch herausgebrochen. Danach wird der Rest des Zementes kürettiert und ausgewaschen (SCHULZ und LOIC 2004).

Es gibt zwei verschiedene Techniken für die Entfernung des Schaftimplantates (SCHULZ und LOIC 2004).

Bei der ersten Technik wird an der kranialen Femurdiaphyse eine lineare Osteotomie durchgeführt und der Zement sowie das Schaftimplantat entfernt (EDWARDS et al. 1997).

Bei der zweiten Technik wird die Schaftprothese inklusive Knochenzement entfernt, indem auf der lateralen Seite der Femurdiaphyse ein Knochenfenster (in Form eines Sargdeckels) mittels oszillierender Säge eröffnet wird (DYCE und OLMSTEAD 2002). Nach der Zemententfernung wird das Knochenstück zurückverlagert und fixiert. Die femorale Fenstertechnik bietet einen besseren Einblick in die Knochen-Zementgrenze und erleichtert die Entfernung des Knochenzements mit einfachen orthopädischen Instrumenten. DYCE und OLMSTEAD (2002) berichteten bei der Zemententfernung bei zwei Hunden von einer von dem Knochenfenster nach proximal reichenden Fissur als intraoperative Komplikation berichtet. Die Bildung eines Knochenfensters im Femur führte aber bei keinem der Hunde zur postoperativen Fraktur. Die seitlichen Fenster waren eine effektive Technik zur Entfernung des Zements.

Die Untersuchungen der Chirurgischen Tierklinik belegen die Ergebnisse von DYCE und OLMSTEAD (2002), da auch hier die Fenestrationstechnik angewendet wurde.

Indikationen für die Explantation waren:

Aseptische Lockerungen (n=23), Septische Lockerungen (n=15), Prothesenluxationen (rezidivierend) (n=4), Aseptische Lockerungen mit Femurfraktur (n=2), Implantatbruch (n=2), Prothesen-luxation mit Implantatausbruch der Pfanne (n=1), Aseptische Lockerung nach rezidivierender Prothesenluxation mit Trochanterpseudoarthrose (n=1), Septische Lockerung mit Luxation und Pfannenbruch (n=1), Prothesenluxation und Femurschaftfraktur (n=1), Rezidivierende Prothesenluxation mit Pfannenmigration (n=1).

Bei 18 Patienten wurden folgende intraoperative Komplikationen beobachtet:

- Fissur medial und proximal am Femur bei der Zemententfernung (n=4)
- Unzureichend entfernter Zement (n=2)
- Femurstückfraktur bei Entfernung der Femurprothese (n=2)
- Spiralfaktur lateral am Femur bei Entfernung der Femurschaftprothese (n=2)
- Folgende unterschiedliche Komplikationen bei der Zemententfernung: Fissur distal am Femur; Fissur am Femur, distal und längs des Fenestrationsfensters; Fissur am Femur,

längs am cranialen Knochenrand; Querfraktur am Femur; Schrägfraktur am Femur; verletzte Kortikalis distal des alten Zementbettes (n=6).

- Fraktur des Trochanter Major bei der Fenestration des Femurs (n=1)
- Femerschaftfraktur bei der Reposition einer Luxation des Femurschafts. (n=1).

Bei jeweils zwei von 50 operierten Hunden traten Femurfissuren auf, die sich trotz intraoperatives Versorgung postoperativ zu Frakturen entwickelten.

Es birgt Nachteile, länger mit der Explantation einer gelockerten Totalendoprothese zu warten, da ein zunehmender Verlust an Knochensubstanz, vor allem im proximalen Bereich, die intraoperative Komplikationsrate (z.B. Sekundärbrüche) ansteigen lässt.

1.2 Aseptische Lockerung und Patientengut

Wie jedes mechanische Gelenk unterliegt das künstliche Hüftgelenk auch einem Materialverschleiß. Überall dort, wo Grenzflächen aneinander reiben, entstehen durch Materialverschleiß Partikel. Diese lagern sich im Gewebe an und werden von Makrophagen phagozytiert, die Folge ist die Entstehung von Granulomen. Makrophagen und Fibroblasten setzen Stoffe frei, die die Resorption des Knochens fördern. Das aktiviert die Osteoklasten, es kommt zum vermehrten Knochenabbau. Es entsteht eine konsekutive Osteolyse.

Die aseptische Lockerung ist die häufigste Komplikation nach einer Hüftgelenksprothetik bei Hunden und Menschen (HARRIS et al. 1982, JONES et al. 1992, MALONEY et al. 1995, EDWARDS et al. 1997, BERGH et al. 2004, SKURLA et al. 2005).

Sie wird bei Hunden als häufigste Ursache für das Versagen zementfreier Implantate angesehen (BERGH et al. 2006).

Nach PAPROSKY et al. (1999) erfolgen beim Menschen 71 % der Revisionsoperationen aufgrund einer aseptischen Lockerung, 16 % aufgrund von Luxationen, 6 % aufgrund von Migration, 2,5 % aufgrund von Schmerz, 2,5 % aufgrund von Infektionen und 2 % aufgrund von Fehlpositionen. Nach HERBERTS und MALCHAU (2000) war die aseptische Lockerung in 71 % der Grund einer Revisionsoperationen.

Für Hunde lagen bisher keine klinischen Daten über den Anteil aseptischer Lockerungen als Ursache für eine Revisionsoperation einer Totalendoprothese vor (TORRES und

BUDSBERG 2009). Die in der Chirurgischen Tierklinik durchgeführten Untersuchungen konnten die aus der Humanmedizin stammenden Ergebnisse bestätigen.

Bei 26 Hunden wurde eine Explantation aufgrund einer aseptischen Lockerung durchgeführt. Bei fünf Patienten wurde vor der Explantation einer Revisionsoperation durchgeführt. Das Zeitintervall zwischen der Implantation und der Explantation lag zwischen 0,3 Jahren und 4,7 Jahren.

Bei der aseptischen Lockerung tritt im Gegensatz zu anderen Komplikationen eine intermittierende Lahmheit und Muskelatrophie auf. Die Hunde können im Becken und bei der Palpation des proximalen Femurs Schmerzen zeigen (EDWARDS et al. 1997).

In unserer Studie zeigten präoperativ vier von 26 Hunden mit aseptischer Lockerung eine geringgradige Lahmheit, 17 Patienten zeigten eine mittelgradige Lahmheit, ein Patient wurde als mittel- bis hochgradig lahm eingestuft, nur drei Patienten lahmten hochgradig.

Auch wenn man aufgrund der geringen Patientenzahl keine Statistik zwischen Lahmheit und Atrophie der Oberschenkelmuskulatur erstellen kann, offenbarte sich dennoch ein klinischer Zusammenhang. Je stärker die Lahmheit des Beines, desto deutlicher war die Muskelatrophie. Bei allen Patienten wurde eine unterschiedlich ausgebildete Muskelatrophie (Durchmesser 2 und 7 cm) beobachtet.

Bei 19 Patienten lagen Aufzeichnungen über das Schmerzverhalten vor. Bei vier Patienten war der Femurknochen sehr druckdolent, häufig zeigten die Hunde eine Extensionshemmung oder einen Extensionschmerz.

Als wichtigstes Beurteilungskriterium der orthopädischen Rekonvaleszenz galten die möglichst schnelle Belastung und das lahmheitsfreie Laufen.

Bei LEWIS und JONES 1980 wurde das Implantat bei drei Hunden aufgrund einer aseptischen Lockerung entfernt. Von diesen drei Hunden liefen zwei gut und einer ausgezeichnet.

In unsere Studie belasteten einige Hunde gleich am ersten Tag nach der Explantation die betroffene Hintergliedmaße, die meisten Hunde belasteten das erste Mal am dritten Tag nach der Operation das explantierte Bein. Bei 19 Hunden verlief die Wundheilung normal, bei sechs Hunden verlief die Wundheilung aufgrund einer geringgradig serösen bzw. blutigen Wundsekretion verzögert. Bei keinem der Patienten entwickelte sich jedoch eine oberflächliche Wundinfektion.

Bei den Verlaufskontrollen liefen fünf Patienten mittelgradig lahm, ein Patient zeigte Hinterhandschwäche, acht Patienten gingen geringgradig Lahm, vier Patienten waren Lahmfrei. Vier Patienten hatten deutliche, der überwiegende Teil der Patienten jedoch nur leichte Muskelatrophien. Drei Patienten waren schmerzfrei, nur ein Hund mit neurologischen Ausfällen hatte starke Schmerzen bei der Extension. Im Allgemeinen hatten die Hunde unterschiedlich starke Schmerzen bei der Extension, die jedoch als leichter Schmerz beurteilt werden konnten.

Auswertung der Befragungen der Besitzer

Den allgemeinen Krankheitsverlauf nach der Explantation beurteilten sechs Besitzer als besser und drei Besitzer als schlechter im Vergleich zur Implantation. Sehr aufschlussreich sind die Besitzerinformationen in Hinblick auf die Beurteilung der Lebensqualität der Tiere. Fünf der acht befragten Patientenbesitzer der Gruppe mit aseptischer Lockerung waren der Meinung, dass sich die Lebensqualität ihres Hundes durch die Explantation verbessert hatte, ein Besitzer war der Meinung, dass sich die Lebensqualität nicht geändert hatte. Zwei Besitzer waren unzufrieden. Sechs Besitzer beobachteten eine gelegentliche Lahmheit. Zwei Besitzer berichteten von einer dauerhaften Lahmheit ihres Hundes. Drei Besitzer berichteten, dass ihr Hund augenscheinlich schmerzfrei sei. Fünf Besitzer hatten den Eindruck, dass ihre Hunde Schmerzen hätten. Nur ein Hund wurde physiotherapeutisch behandelt, obwohl für alle Patienten eine Empfehlung ausgesprochen wurde.

1.3 Septische Lockerung und Patientengut:

Die septische Lockerung gilt als schwerwiegendste endoprothetische Komplikation (WIRGANOWICZ und ECKARDT 1999; MITTERMAYER und KREPLER 2001).

Nach Angaben einiger Autoren, treten Infektionen des Implantats bei bis zu 11 % aller Hunde mit Totalendoprothesen auf (OLMSTEAD et al. 1983, PAUL und BARGAR 1987, MASSAT und VASSEUR 1994).

Wenn ein Tier mit akuter Lahmheit und offensichtlichen Schmerzen nach einem Hüftgelenkersatz vorgestellt wird, sollte an eine septische Lockerung gedacht werden. Die frühzeitige Identifikation einer Infektion ist sehr wichtig, da sekundäre Infektionen, die von der Hautoberfläche der primären Infektion ausgehen, im Organismus eine Sepsis auslösen können. Das Tier kann die Gliedmaße unter Umständen nie wieder physiologisch nutzen.

Auch kann es zu einer erheblichen Ausbreitungen der Infektion über tiefe Faszien mit Fistelbildung nach außen kommen. Wenn diese Situation nicht kontrolliert werden kann, sollte das Implantat entfernt werden. Chronische Sepsis kann sich infolge einer akuten Infektion oder aber auch viele Monate nach der Implantation einer Hüftprothese, entwickeln. In diesem Fall aufgrund der beträchtlichen Knochenzerstörung die Entfernung des Implantats und Zements empfohlen werden. (HUNTER und DANDY 1977, OLMSTEAD et al. 1981, HARRIS et al. 1982, OLMSTEAD et al. 1983). Auch BUCHHOLZ et al. 1981, OLMSTEAD et al. 1983, OLMSTEAD 1987, KOSFELD 1996, GERVERS 1998, MATIS 2001, OLMSTEAD 2001, PERSLOW et al. 2002 und HOLZ 2002 forderten eine dauerhafte Beseitigung der Hüftprothese und des Zements.

Generell wird die ersatzlose Explantation aller Prothesenteile für Hunde mit implantat-assoziierten Infektionen empfohlen. Die Elimination des abgestorbenen Gewebes sowie sämtlicher Zementreste mit intraoperativer Antibiotikaspülung und anschließender Langzeitantibiose sind erforderlich (NUNAMAKER 1985, MASSAT 1995, TOMLINSON und McLAUGHLIN 1996).

Infektionsauslösende Mikroorganismen gehören folgenden Gattungen an: *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp. und *Pseudomonas* spp.. Rein medikamentöse Behandlungen dieser Infektionen sind aufgrund der Anwesenheit von Prothese und Zement abzulehnen. Deshalb wird in der Regel die Entfernung des Implantats empfohlen (MASSAT 1995, SCHULZ und LOIC 2004).

Bei den von DYCE und OLMSTEAD (2002) isolierten Bakterien aus der Membran-Kontaktfläche, handelte es sich meist um Staphylokokken (n=6). Die Patienten wurden postoperativ wochenlang mit Antibiotika therapiert. Immer häufiger werden auch multiresistente Bakterien isoliert (HOEKSTRA und PAULTON 2002, WEESE et al. 2007).

In anderen Studien wurde auch berichtet, dass Staphylokokken die am häufigsten isolierten Krankheitserreger sind (LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1983).

In unsere Studie wurden folgende Keime isoliert: *Staphylococcus intermedius* (n=6), *Staphylococcus aureus* (n=1), *Escherichia coli* (n=3), *Escherichia coli muroid* (n=2), *Enterobacter cloacae* (n=2), Grampositive *Micrococcaceae* (n=1) und *Pseudomonas aeruginosa* (n=1).

Chirurgische Revisionen von Totalendoprothesen, Keimverschleppung aus entfernt liegenden Infektionsherden (z.B. Analbeutelentzündung, Otitis, Pyodermie, Infektionen des Urogenitaltraktes oder Zahnwurzelgranulom), Hüftgelenksinfektion vor der Operation,

Brucella – canis- Infektion, verlängerte Operationszeit, Hämatome und ein unzureichender Wundverschluss werden als prädisponierenden Faktoren für eine Infektion bei Hunden angesehen (OLMSTEAD et al. 1983, SMEAK et al. 1987, SPANGEHL et al. 1997, LEE und KAPATKIN 2002).

Auch RITSCHL et al. (1992), CAPANNA et al. (1994), SAFRAN et al. (1994), MALAWER und CHOU (1995), WIRGANOWICZ und ECKARDT (1999), MITTERMAYER und KREPLER (2001), GERVERS et al. (2002) beobachteten, dass die Infektionsgefahr mit jeder Revisionsoperation steigt.

BERGH et al. (2006) berichteten, dass bei der Revision oder Entfernung des Implantates in 30% positive Kulturen der Stämme *Pseudomonas aeruginosa* und *Enterobacter cloacae* gefunden wurden.

In unserer Studie konnte bei einem Patienten *Pseudomonas aeruginosa* als Krankheitserreger nachgewiesen werden und bei zwei Patienten *Enterobacter cloacae*. Bei diesen Patienten wurde nach einer Revisionsoperation eine Explantation durchgeführt.

Die Symptome einer Infektion können je nach auslösendem Erreger sehr variabel sein. Diese können sich vom akuten Gelenkschmerz mit septischem Krankheitsbild bis zur langsam fortschreitenden Prothesenlockerung mit persistierenden Schmerzen als Hauptsymptom darstellen.

LIDWELL et al. (1984) fanden heraus, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Isolierung des *Staphylococcus aureus* von intraoperativen Kulturen und der Spätinfektion gibt. In 8% der Fälle, in denen *Staphylococcus aureus* isoliert wurde, traten Infektionen auf.

GIRLING und INNES (2006) haben berichtet, dass ein Hund zehn Monate nach der Implantation der Hüftendoprothesen aufgrund progressiver Lahmheit vorgestellt wurde. Bei Manipulationen der linken Seite zeigte der Hund Schmerzen, außerdem hatte er eine ausgeprägte Atrophie der linken Oberschenkelmuskulatur. Es wurde eine Infektion mit *Achromobacter xylosoxidans* festgestellt.

In unserer Studie hatten 16 von 51 Hunden eine septische Lockerung der Endoprothese. Drei hatten zuvor eine Revisionsoperation. Das Zeitintervall zwischen der Implantation und der Explantation betrug ein Monat bis sechs Monate.

Drei Patienten mit septischer Lockerung zeigten vor der Explantation eine geringgradige Lahmheit, zwei Hunde eine mittelgradige Lahmheit, drei Patienten wurden als mittel- bis

hochgradig lahm eingestuft. Die meisten Hunde (n=8) waren hochgradig lahm und belasteten die betroffene Hintergliedmaße gar nicht bzw. tippten diese nur gelegentlich vorsichtig auf.

Die Muskelatrophien wurden bei allem Patienten als mittel- bis hochgradig eingestuft.

Bei fünf Patienten wurde eine erhöhte Temperatur festgestellt, hierbei handelt es sich häufig um ein erstes Anzeichen einer septischen Lockerung.

Bei sechs Patienten war die Extension, Flexion und Rotation des Hüftgelenkes sehr schmerzhaft. Die anderen Patienten zeigten häufig wie bei den Patienten mit aseptischer Lockerung, einen Extensionsschmerz.

Bei der Untersuchung des Kniegelenkes zeigten nur zwei Patienten Schmerzzeichen.

Nach der Explantation belasteten die Hunde dieser Gruppe durchschnittlich am fünften postoperativen Tag das erste Mal die betroffene Gliedmaße, also zwei Tage später als die Hunde der Gruppe mit aseptische Lockerung. Manche Hunde belasteten schon am ersten Tag, andere brauchten bis zu 12 Tage.

Bei 11 Patienten wurde die Wundheilung als normal eingestuft, die übrigen Patienten zeigten eine verzögerte Wundheilung mit geringgradiger Sekretion bzw. geringgradig blutiger Sekretion. Oberflächliche Wundinfektion wurden bei zwei Patienten beschrieben.

Alle Patienten wurden durchschnittlich 15 Tage (von 10-39 Tagen) postoperativ mit einem Antibiotikum behandelt.

Bei Verlaufskontrollen haben DYCE und OLMSTEAD (2002) 12 Hunde stehend, sitzend, laufend, rennend, spielend, Treppen steigend und ins Auto springend bewertet: drei Hunde waren nicht auswertbar, ein Hund war hochgradig, ein Hund mittelgradig und drei Hunde geringgradig lahm. Vier Hunde gingen fast lahmheitsfrei.

Bei den Verlaufskontrollen der Patienten mit der septischen Lockerung traten als Komplikationen Fisteln, Sequester oder neurologischen Störungen auf. Zwei Patienten hatten Fistel- und Sequesterbildung, zwei Patienten hatten neurologische Ausfälle.

Drei Patienten zeigten eine mittelgradige, fünf Patienten eine geringgradige Lahmheit und ein Patient war lahmheitsfrei. Fünf Patienten hatten eine deutliche, drei eine leichte und einer keine Muskelatrophie. Vier Patienten hatten Schmerzen, vier Patienten waren schmerzfrei.

Auswertung der Befragungen der Besitzer

Den allgemeinen Krankheitsverlauf nach der Explantation im Vergleich zur Implantation empfanden 3 Besitzer besser und ein Besitzer schlechter.

Laut Besitzerinformation hatte sich die Lebensqualität bei 3 von 4 Hunden durch die Explantation verbessert, bei einem Hund hatte sich die Qualität nicht gebessert. Der Hund eines Besitzers lahmte manchmal, ein Besitzer berichtete von einer Dauerlahmheit und 2 Hunde waren lahmheitsfrei. Die Schmerzhaftigkeit wurde von den Besitzern folgendermaßen beurteilt: ein Patient war schmerzfrei, 3 waren schmerzhaft. Nur 2 Hunde wurden physiotherapeutisch behandelt.

1.4 Luxation und Patientengut

Die Luxationen sind bekannte Komplikationen von zementierten und unzementierten Prothesen (KONDE et al. 1982, OLMSTEAD et al. 1983, PARKER et al. 1984, DeYOUNG und SCHILLER 1992, MASSAT und VASSEUR 1994, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999). Bei etwa 10% der Patienten mit Totalendoprothese traten innerhalb der ersten vier Wochen postoperativ Luxationen auf. (LEWIS und JONES 1980, OLMSTEAD et al. 1983, MARCELLIN-LITTLE et al. 1999, OTA et al. 2005, BERGH et al. 2006)

Nach MASSAT und VASSEUR (1994) können Luxationen aufgrund unzureichender Muskelkraft oder bei einem fehlpositionierten Pfannen- oder Schaftimplantat auftreten. Wenn die Pfanne in einer extrem offenen oder geschlossenen Position implantiert wird, kann der Femurkopf nach dorsal oder ventral luxieren. Bei einer extremen Anteversion oder Retroversion des implantierten Schaftes kann eine Luxation nach kraniodorsal oder kaudal auftreten. Weitere Einflussfaktoren auf eine Luxation sollen ein unzureichender Verschluss der Gelenkkapsel und die verfrühte Aktivität des Patienten sein (LEWIS 1980, OLMSTEAD 1980-1987, ENGELBRECHT und SIEGEL 1989, MASSAT 1995).

Auch bei anderen Studien von HOHN et al. (1986), MASSAT und VASSEUR (1994), GERVERS et al. (2002) und SCHWARZ (2006) wurde eine erhöhte Luxationstendenz durch fehlerhafte Implantatsposition beschrieben.

Bei dieser Studie hatte nur ein Hund eine Luxation aufgrund eines offen positionierten Azebulums.

CROSS und NEWELL (2000), CROSS et al. (2000) und GERVERS et al. (2002) bestätigten, ebenfalls, dass eine unzureichende Muskelkraft sowie Traumata und Fehlposition der Implantate Risikofaktoren für eine Luxation sind. Sie berücksichtigten aber nicht die Femurhalslänge oder die Positionierung der Schaftprothese, sondern nur die Positionierung der Pfanne.

Bei NELSON et al. (2007) wurden bei fünf von 13 Hunden wegen ventraler Luxationen eine Explantation durchgeführt.

In unserer Studie wurde bei zwei von sieben Patienten eine Revisionsoperation durchgeführt. Das Zeitintervall zwischen der Implantation und der Explantation betrug 4 Monate bis 106 Monate.

Präoperativ zeigte ein Hund eine geringgradige, fünf Patienten eine mittel- bis hochgradige und ein Patient eine hochgradige Lahmheit.

Bei allen sieben Patienten wurde die Muskelatrophie als mittelgradig beschrieben.

Zwei Patienten zeigten einen Extensionsschmerz in der betroffenen Hüfte, zwei Patienten hatten Schmerzen bei der Rotation, ein Patient hatte einen geschwollenen Oberschenkel und war an dieser Stelle sehr druckdolent.

Nach der Explantation lag bei dieser Gruppe der Belastungszeitpunkt zwischen ein Tag und sieben Tagen, der Mittelwert lag bei drei Tagen.

Fünf Hunde hatten eine unauffällige Wundheilung, zwei Hunde eine verzögerte Wundheilung mit geringgradiger Sekretion. Bei einem Patient verlief die Wundheilung bis zum vierten Tag reizlos, aber am fünften postoperativen Tag bildete sich ein Hämatom subkutan am Oberschenkel. Muskelatrophie und Schmerzhaftigkeit waren in der Verlaufskontrolle sehr unterschiedlich, der Lahmheitsgrad war bei allen Patienten gering.

Die zwei Patienten, die in den Verlaufskontrollen vorgestellt wurden, zeigten eine geringgradige Lahmheit.

1.5 Implantatbruch und Patientengut

Der Humanmediziner MACH (1983) fasste seine Überlegungen zur Bruchentstehung folgendermaßen zusammen: Vorbedingung für den Bruch ist die Lockerung und Ursachen der Lockerung sind in der mangelhaften medialen Zementabstützung zu sehen. Folge ist die Varusstellung des Prothesenschafts. Bei fester Fixierung des distalen Anteils der Prothese ist

die Biegebelastung erhöht. Bei Überschreiten der Toleranzgrenze ist der Bruch die unvermeidliche Folge.

Nach den Untersuchungen von HEIN et al. (1986) ist ein Implantationsfehler nicht als Bruchursache anzusehen. Bei diesen Untersuchungen wurde in 28 Fällen ein Prothesenbruch diagnostiziert. Die Prothesen waren: acht mal varisch, 11 mal mittig und neun mal valgisch lokalisiert. Ein Prothesenbruch wurde bei sechs im oberen Drittel, bei 17 Patienten im mittleren Drittel und bei fünf Patienten im unteren Drittel des Schaftes beobachtet. Als Hauptgrund wurde eine ungenügende direkte Verklebung der Prothese im Knochen beschrieben.

In unserer Studie wurde bei zwei Patienten ein Implantatbruch beobachtet. Die Patienten hatten keine Revisionsoperation und das Zeitintervall zwischen der Implantation und der Explantation betrug 0,5 Jahre bis 4,1 Jahre.

Ein Hund hatte einen Ermüdungsbruch des Prothesenschaftes im Halsbereich bei gleichzeitiger Pfannen- und Schaftlockerung.

Der andere Patient zeigt fünf Monate nach der Implantation einen Bruch am Beginn der Schaftkrümmung.

Beide Hunde zeigten eine akut eingetretene hochgradige Lahmheit und waren bei der Manipulation des Hüftgelenks hochgradig schmerzhaft.

Nach der Explantation die Wundheilung verlief problemlos, es mussten weder Antibiotika noch Schmerzmittel verabreicht werden.

In den Verlaufskontrollen liefen beide Patienten gut, ein Patient zeigte jedoch beim hinlegen deutliche Schmerzen.

2 Röntgen

Die nach der Implantation angefertigten Röntgenbilder wurden von BERGH et al. (2006) unter zwei Gesichtspunkten beurteilt: zum einen die chirurgischen Faktoren (Implantatgröße, Implantatsposition, Zementqualität) und zum anderen die technischen Fehler (Zementrückstände in der Beckenhöhle, Platzierung der Cerclagen auf der proximalen Femurdiaphyse zur Stabilisation der Fissurfrakturen, die Verwendung von Edelstahlnetz, die medial die Azetabularwand unterstützen, Frakturen von Trochanter Major und extraossärer Zement distal der Implantatspitze).

Die mit einer Totalendoprothese versorgten Hunde sollten in regelmäßigen Abständen radiologisch kontrolliert werden, ob die Prothese funktionell ist oder ein Problem aufgetreten ist (SCHNEIDER 1987, HUTTER und GASPAR 1989, SPECTOR et al. 1990, GERVERS 1998). SIMANK et al. (1998) erklärten, dass eine Individualdiagnostik allein mit der körperlichen Untersuchung und Erhebung der Schmerzanamnese nicht ausreichend ist, um eine Lockerung zu diagnostizieren. Egal ob ein Patient Schmerzzeichen hat oder nicht, ist eine regelmäßige röntgenologische Verlaufskontrolle sinnvoll.

Beispielsweise zeigten die in der Studie von MASSAT und VASSEUR (1994) postoperativ angefertigten Röntgenuntersuchungen eine unzureichende Zementabdeckung, wenn der Bereich des Zementmantels kleiner als 2 mm war oder wenn eine Lücke in der Zementschicht vorlag. Aseptische Pfannenlockerungen zeigten sich nach durchschnittlich 21 Monaten bei drei Hunden.

In unsere Studie dienten die präoperativen Röntgenaufnahmen zur Beurteilung vorhandener Lockerungszeichen der Pfanne und/oder des Prothesenschaftes, die für die Notwendigkeit eines Implantatwechsels bzw. einer Implantatentfernung entscheidend waren.

Der Einsatz einer Szintigraphie in der Diagnostik von Prothesenlockerungen oder Infektionen wurde von CLARK et al. (1994) beschrieben. In dieser Untersuchung wurde bei einem Patient als weiterführende Diagnostik eine Szintigraphie aufgrund des Verdachtes auf eine aseptische Lockerung durchgeführt, die in der Röntgenaufnahme nicht deutlich zu sehen war.

Der Humanmediziner ZILKENS (1990) hat die Lockerungskriterien bei röntgenologischen Untersuchungen wie folgt aufgeteilt: Positionsänderungen (Pfanne: Wanderung, Kippung; Schaft: Sinterung, Varisierung), Implantatbruch (Pfanne oder Schaft), Zementbruch, Lysesaum (zunehmend und über 2mm), kompletter Lysesaum zwischen Zement und knöchernem Lager (über 2mm), Kortikalisdefekt am Femur.

Von CARLSSON und GENTZ (1984), DeLEE und CHARNLEY (1986), OLMSTEAD (1987), SCHNEIDER (1987) wird das plötzliche Auftreten von Aufhellungslinien mit fortschreitendem Verlauf als sicheres Lockerungsindiz gewertet.

Ebenfalls als Lockerungszeichen gelten bei der Prothesenpfanne nach den Humanmediziner WIRTZ und NIETHARD (1997) und MALCHAU et al. (1996) eine Lysesaum von > 2 mm im Nativröntgenbild.

In unsere Studie wurden die Lockerungszeichen für den Pfannenbereich bei den Patienten nach der Einteilung von DeLEE und CHARNLEY (1976) beurteilt.

Sechs Patienten mit aseptischer Lockerung hatten Aufhellungszonen in allen drei Zonen (27,3%). Fünf Patienten in den Zonen 1 und 3 (22,7%). Vier Patienten in den Zonen 2 und 3 (18,2%), drei Patienten in den Zonen 1 und 2 (13,6%) und drei Patienten nur die Zone 3 (13,6%). Nur ein Patient (4,5%) hatte den Aufhellungssaum in Zone 2. Keiner der Patienten hatte Veränderungen in Zone 1.

Fast alle Patienten mit septischer Lockerung hatten eine Aufhellung in allen drei Zonen (n=12, 75,0%). Zwei Patienten in den Zonen 1 und 3 (12,5%). Ein Patient hatte die Aufhellungen in den Zonen 2 und 3 (6,25%) und ein Patient nur in Zone 2 (6,25%). Keiner der Patienten hatte in Zone 1, Zone 3 oder in Zonen 1 und 2 Aufhellungssäume.

Bei Röntgenverlaufskontrollen implantierter Hüftprothesen zeigte sich eine Migration der Pfannenprothese und damit eine eindeutige Pfannenlockerung in fünf von 205 untersuchten Fällen (2,5%) (KOSFELD 1996).

In unsere Studie wurde bei einem Patient mit aseptischer Lockerung ein geringgradiger Einbruch der Pfanne in das kleine Becken beobachtet.

Eine Migration der Pfannenprothese konnte bei einem von 16 Patienten mit septischer Lockerung beobachtet werden, dabei fand ein Pfannenausbruch nach medial statt.

Nach EL-WARRAK et al. 2001 gibt der Nachweis von Aufhellungssäumen an dem Knochen-Prothesen-Grenze einen Hinweis auf eine Lockerung. Die Aufhellungssäume sind knöcherne Resorptionszonen an den Kontaktflächen zwischen Knochen und Implantat oder zwischen Knochen und Zement, die durch Bindegewebe aufgefüllt werden.

Für die Lockerung im Schaftbereich wurden in dieser Arbeit die Studien von GRUEN et al. (1979) herangezogen. Sie beobachteten eine Aufhellungszone an der Prothesen-Zement-Grenze bei 40 Hüften (10,3%) beobachtet. Bei 39 Hüften war die Aufhellung in Zone 1, bei drei Hüften in Zone 7 vorhanden. Die Aufhellungszone an der Zement-Knochen-Grenze war der prominenteste radiologische Hinweis auf eine Lockerung, die bei 43 Hüften (11,1%) beobachtet wurden. Die Aufhellungszonen wurden am meisten in Zone 7 (n=35) beobachtet, 15 mal in der Zone 4, 11 mal in der Zone 5 und 6, zehn mal in der Zone 3 und 5. Weniger betroffen war die Zone 2 (n=7).

Bei zementierten Prothesen bildet sich ein Aufhellungssaum als normales Interface-zwischen Knochen und Zement aus. Wie bei unseren Patienten.

Bei unseren Patienten mit aseptischer Lockerung wurden die Aufhellungssäume am meisten in Zonen 3 (n=18) und 5 (n=18, 81,8%) beobachtet. Bei 17 Patienten in der Zone 6 eine Aufhellung vorhanden (77,2%), bei 16 Patienten in der Zone 2 (72,2%) und bei 15 Patienten in der Zone 7 (68,2%). Weniger betroffene Zonen waren Zone 1 (n=11, 50,0%) und 4 (n=9, 40,9%).

Auch nach KONDE et al. (1982) sind sichere radiologische Anzeichen einer Infektion die progressive Verbreiterung der strahlendurchlässigen Knochen-Zement-Grenze.

Darüber hinaus waren bei den Patienten mit septischer Lockerung auch die Aufhellungen in den Zonen 3 und 5 (n=11, 84,6%) am häufigsten. Acht Patienten zeigten Aufhellungen in der Zone 6 (61,5%), und sieben Patienten in der Zone 7 (53,8%). Die weniger betroffenen Zonen waren Zone 1 (n=6, 46,1%), Zone 2 (n=6, 46,1%) und Zone 4 (n=2, 15,4%).

Die Kriterien für die Lockerungsanzeichen des Prothesenschaftes sind nach den Humanmediziner WIRTZ (1997) und MALCHAU (1996) im Nativröntgenbild gleich denen der Pfannenlockerung. Desweiteren wird als sicheres Lockerungskriterium ein progredienter Lysesaum von > 2 mm Breite um den ganzen Prothesenschaft angesehen.

In unserer Studie stellte sich als sicheres Lockerungskriterium bei fünf Patienten mit aseptischer Lockerung der Aufhellungssaum um den gesamten Prothesenschaft dar (Zonen 1-

7). Bei einem Patienten mit septischer Lockerung zeigte sich der Aufhellungssaum um den gesamten Prothesenschaft.

Bei KOSFELD (1996) zeigte sich in den Röntgenverlaufskontrollen eine Migration der Pfannenprothese sowie eine Migration der Schaftprothese und eine eindeutige Prothesenlockerung in 12 von 205 Fällen (5,8%).

In unsere Studie zeigte sich bei vier Patienten mit einer aseptischer Lockerung radiologisch eine Migration des Schaftes: Bei drei von 25 Fällen hatte die varische Position zugenommen. Ein Patient hatte einen Ausbruch des Prothesenschafts nach lateral; zwei Patienten hatten eine Valgus-Migration nach medial. Bei einem Patient lag ein Ausbruch des Schaftes nach medial vor. Bei einem Patient ist der Schaft in seiner Längsachse nach vorne gedreht (Antetorsion).

Bei keinem Patienten mit septischer Lockerung war eine Migration der Schaftprothese feststellbar.

Symptome, radiologische Befunde, operative Ergebnisse und potentielle Ursachen der aseptischen Lockerung von Schaftimplantaten zementierter Prothesen wurden von EDWARDS et al. (1997) beschrieben. Vor bzw. zum Zeitpunkt der Diagnosestellung „aseptische Lockerung“ fielen asymmetrische periostale Reaktionen an der Femurdiaphyse (n=11) am häufigsten auf, gefolgt von Aufhellungslinien zwischen dem Implantat und dem Knochenzement (n=6), veränderter Implantatpositionen (n=4), Zementbrüche (n=2) oder Femurfrakturen auf.

GRUEN et al. (1979) hatten 11 einzelne laterale Frakturen und vier isolierte mediale Risse im Zement beobachtet. Die am meisten betroffenen Zonen waren Zone 2, Zone 3 und Zone 5.

Bei sechs Patienten mit aseptischer Lockerung stellten wir in den Femurschaften einen nachweisbaren Zementbruch fest. Die meist betroffenen Zonen nach GRUEN waren 3 und 5. Bei einem Patient lag ein Zementbruch in drei Zonen vor.

Kein Patient mit septischer Lockerung hatte einen Bruch im Bereich des Zementmantels.

Auch PARKER et al. (1982) demonstrierten, dass die Positionierung der Pfannenkomponente und die Zementierung kritische Aspekte auf postoperativen Röntgenaufnahmen sind. In dieser Arbeit wurden drei Implantate fehlpositioniert und ungenügend zementiert. Es zeigte sich eine Zementfraktur und eine Aufhellung an der Knochen-Zementgrenze.

Eine periostale Reaktion ist die Bildung von neuem Knochen als Reaktion auf die Operationen des umgebenden Periostes des Knochens, die in dieser Studie häufig in den Röntgenbildern festgestellt wurden.

12 Patienten mit aseptischer Lockerung hatten periostale Reaktionen. Diese waren bei sechs Patienten geringgradig, bei drei Patienten mittelgradig und bei drei Patienten hochgradig ausgebildet. Sieben Patienten zeigten typische Reaktionen am gesamten Femurschaft. Bei vier Patienten waren sie mittelgradig und bei drei Patienten hochgradig ausgebildet. Ein Patient zeigte periostale Reaktionen in dem Bereich, in dem das Implantat distal ausgebrochen war. Nach GRUEN-Zonen wurden die Periostreaktionen am meisten in den Zonen 3 (n=9, 75,0%) und 5 (n=8, 66,7%) beobachtet. Bei sieben Patienten in der Zone 2 (58,3%), sieben Patienten in der Zone 6 (58,3%) und sieben Patienten in der Zone 7 (58,3%). Weniger betroffene Zonen war die Zone 1 (n=5, 41,6%), keine Periostale Reaktion wurde in Zone 4 festgestellt.

Die klassischen projektionsradiographischen Zeichen einer Infektion sind unregelmäßige periostale Proliferationen (KONDE et al. 1982). Die Periostreaktion zeigt einen typischen lamellenartigen Charakter als Hinweis auf eine Benignität (MAYERHOEFER et al. 2009).

Bei 16 Patienten mit septischer Lockerung hatte nur ein Patient eine geringgradige Periostreaktion, zwei Patienten hatten mittelgradige und zwei Patienten hochgradige periostale Reaktionen in unterschiedlichen Schaftzonen. Acht Patienten hatten hochgradige periostale Reaktionen am gesamten Femurschaft. Bei einem Patient traten mittelgradige Periostreaktionen am gesamten Femur auf, sie waren durch ein unruhiges, verdichtetes Knochenmark distal des Zementes gekennzeichnet. Ein Patient hatte hochgradige knöcherne periostale Reaktionen in Form knöcherner manschettenartiger Zubildungen im Bereich des Implantatschaftes. Ein Patient hatte eine hochgradige Kallusreaktion entlang des Femurschaftes, der Knochen war hochgradig aufgeraut.

In dieser Gruppe wurde die Periostreaktionen am meisten in den Zonen 5 (n=5, 31,3%) und 6 (n=5, 31,3%) beobachtet. Vier Patienten in der Zone 7 (25,0%), zwei Patienten in der Zone 1 (12,5%) und zwei Patienten in der Zone 2 (12,5%). Nur ein Patient hatte in der Zone 3 (6,25%) periostale Reaktionen.

Bei LISKA (2004) hatten 3 Hunde periprosthetische Frakturen in Verbindung mit kortikaler Ausdünnung bis hin zur sekundären aseptischen Lockerung.

Bei Patienten mit aseptischer Lockerung traten in unsere Studie zwei periprosthetische Frakturen auf. Bei einem Patient lag eine Femurschaftfraktur unterhalb der Prothesenspitze vor und bei einem anderen Fall eine Spiralfaktur des Femurs auf Höhe des Prothesenschafts.

Der Frakturverlauf entsprach dabei den Ergebnissen von BLATTER et al. (1989), ENGELBRECHT und SIEGEL (1989) sowie LISKA (2004), die von langen Schräg- oder Spiralfrakturen im Prothesenstielfbereich berichten.

Bei keinem Patienten mit septischer Lockerung war ein periprosthetischer Bruch auf dem Femur feststellbar.

PFEIL und SPITZ (2003) fanden in einer späteren Arbeit weitere Lockerungskriterien, wie Osteopenien, Osteolysen, heterotope Ossifikationen und Knochenresorptionen.

Zwei Patienten mit aseptischer Lockerung zeigten eine generalisierte Knochenatrophie am gesamten Femurschaft.

Bei drei Patienten mit septischer Lockerung zeigten die Patienten eine hochgradige, generalisierte Knochenatrophie am gesamten Femurschaft.

Bei Patienten mit aseptischer Lockerung wurden folgende Anzeichen gesehen:

Die geringgradige Osteolyse war bei einem Patient kaudal des Azetabulums lokalisiert. Bei einem Hund wurden Osteolysen im Pfannenbereich in den Zonen 1 und 3 (nach DeLEE und CHARNLEY 1976), am Trochanter major und im Bereich des Prothesenhalses bzw. der Zone 7 festgestellt. Bei einem Patienten war am Femurschaft bzw. in Zone 7 eine hochgradige Osteolyse zu sehen. Ein Patient hatte in Zone 1 eine Osteolyse.

Bei einem Patient wurden Verschattungen distal im Femurschaft (Knocheninfarkte) festgestellt.

Darüber hinaus zeigten drei Patienten eine Zementmantelzerrüttung (siehe S. 103) in unterschiedlichen Bereichen.

Erste Anzeichen der heterotopen Ossifikationen sind drei bis sechs Wochen später im Röntgenbild sichtbar. Bis die Ossifikation vollständig entwickelt ist, dauert es zwischen drei und zwölf Monaten (RITTER und VAUGHAN 1977, RUDICEL 1985, KOELBL et al. 1997). Röntgenbilder zeigen am Anfang eine wolkige Struktur, nach der Ausreifung der Verknöcherung lassen sich trabekuläre Strukturen abgrenzen (EULERT et al. 1997).

Periartikuläre Verknöcherungen fanden wir bei sieben Patienten. Bei drei Patienten waren vereinzelte Knocheninseln im Weichteilgewebe um die Hüfte, sowie im medialen und lateralen Bereich des Prothesenkragens sichtbar. Bei zwei Patienten waren röntgenologisch keinerlei periartikuläre Verknöcherungen sichtbar. Ein Patient hatte knöcherne Zubildungen im Bereich der Pfanne. Ein Patient hatte eine knöcherne Spange, der Mindestabstand

zwischen den Osteophytenbildungen betrug im medialen Bereich weniger als 1 cm zwischen dem Femurkopf und dem Becken.

Bei keinem Patienten mit septischer Lockerung wurden Osteolysen oder heterotope Ossifikationen beobachtet.

Die Röntgenkontrollen erfolgen in der Regel in den ersten sechs Wochen nur im anterior-posterioren Strahlengang, um eine Luxation zu vermeiden. Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen kam es in einigen Fällen doch zur Luxation.

Bei KONDE et al. (1982) wurden koxofemorale Luxationen als häufigste Komplikation beschrieben. Acht von 12 Luxationen sind im ersten postoperativen Monat auf. Vier Hunde hatten eine rezidivierende Luxation und wurden revidiert. Ein Hund hatte eine koxafemorale Luxation aufgrund einer fehlpositionierter Azetabularkomponente. Wird in einem ventro-dorsal Röntgenbild der periphere Draht als zirkulär dargestellt, so wird dies als geschlossener lateraler Winkel gedeutet. Daraus resultiert eine ventrale Luxation. Kaudoventrale Luxationen wurden eine Woche postoperativ beobachtet. Auch ein vergrößerter Winkel der seitlichen Öffnung der Pfanne führt postoperativ zur Luxation des Implantats (OLMSTEAD et al. 1983, DYCE et al. 2000).

In dieser Arbeit traten folgende Formen der Luxation auf; Luxation des Hüftkopfs nach kraniodorsal (n=3) bei einem dieser Patienten durch eine dorsal offene Position der Pfanne; nach kranioventral (n=1) und nach kaudal (n=1) durch eindeutige Migration. Bei einem Patient war die Hüftpfanne ausgebrochen und in Folge eine Luxation des Hüftkopfes. Es lag eine generalisierte Knochenatrophie vor.

Bei einem Hund lagen ein luxierter Hüftkopf und bedeutsame Knochendefekte am Oberschenkelknochen vor. Auch hier kam es zu einem Knochenbruch (Schaft ausgebrochen).

Luxationen treten eher selten als postoperative Spätkomplikation auf. Wenn dies doch der Fall ist, dann ist dies entweder auf traumatische Einflüsse zurückzuführen oder mit einer Pfannenlockerung verbunden (OLMSTEAD 1987, ENGELBRECHT und SIEGEL 1989, TOMLINSON und McLAUGHLIN 1996).

In dieser Arbeit hatten zwei Patienten als Spätkomplikation eine Luxation (ohne Revisionsoperation). Das Zeitintervall zwischen der erste Implantation und der Explantation betrug bei einem Hund 16 Monate, bei den anderen Hunden 106 Monaten.

Als selten auftretende Komplikation wurde ein Bruch der Schaftprothese bei zwei Patienten in unsere Studie beobachtet. Ein Patient zeigte nach vier Jahren und ein Monat einen Ermüdungsbruch des Prothesenschaftes im Halsbereich bei gleichzeitiger Pfannen- und Schaftlockerung. In Zone 1 des Schaftbereichs nach GRUEN et al. (1979) wurde zusätzlich ein Zementbruch festgestellt. Bei einem Hund brach der Prothesenkopf nach fünf Monaten am Schaftkrümmungsbeginn. Im Bereich des Femurhalses wurde eine geringgradige Aufhellungszone diagnostiziert. Der Schaft erschien im Vergleich zu anderen Prothesen zu dünn.

Verlaufskontrollen:

Nach der Explantation wurden alle Gruppen röntgenologisch kontrolliert. Bei den Verlaufskontrollen zwischen vier bis acht Wochen war fast bei allen Patienten mit aseptischer Lockerung eine Erholung der knöchernen Struktur zu verzeichnen. Zwei Patienten hatten hingegen knöcherne Proliferationen an der Resektionsstelle und am Azetabulum. Bei einem Hund wurde eine hochgradige periostale Reaktion und Ausweitung des Osteotomiespaltes festgestellt. Ein Patient hatte eine infizierte Pseudoarthrose.

Drei Monate bis einem Jahr postoperativ zeigten die zwei Hunde, die zuvor Proliferationen an der Resektionsstelle aufwiesen, eine gute Erholung der Knochen. Die zwei Patienten mit Femurfraktur hatten gelockerte Implantate. Nachdem diese explantiert wurden, zeigten beide Patienten keine pathologischen Reaktionen mehr am Femurknochen. Ein Patient zeigte nach der Nachrevision der Femurkopfhalsresektion auch eine gute Erholung von einer massiven periostalen Zubildung des resezierten Femurkopfs.

Kontakte des Femurschafts zur Pfanne wurde bei drei Patienten beobachtet. Ein Trochanterhochstand war bei einem Hund zu sehen.

Bei den Verlaufskontrollen der Patienten mit septischer Lockerung zeigten sich nach drei – acht Wochen bei sechs Patienten folgende Veränderungen: zwei Patienten zeigten massive periostale Reaktionen. Ein Patient hatte periostale lamelläre, leicht rauhe knöcherne Zubildungen medial am Femurschaft und eine Sequesterbildung. Bei einem Patient wurde eine deutliche Kallusbildung beobachtet. Bei drei Hunden hatte sich die Osteomyelitis deutlich beruhigt, die Resektionsstelle war organisiert, jedoch lagen nach wie vor periostale Reaktionen vor.

Ein Hund zeigte bei GIRLING und INNES (2006) nach drei Wochen frühe und partiale Kallusbildung an der Osteotomiestelle nach der Explantation der Prothesenkomponente in der Verlaufskontrolle.

Zwischen dem dritten Monat und dem ersten Jahr postoperativ hatte sich bei fünf Hunden die Osteomyelitis deutlich beruhigt, die Resektionsstelle war organisiert. Jedoch bei drei Patienten lagen noch wie vor periostale Reaktionen vor. Zwei hatten einen reizlosen Femur. Bei einem Patient standen Acetabulum und Femur in Kontakt.

Zwischen dem ersten und zweiten postoperativem Jahr hatte ein Hund immer noch massive periostale Reaktionen. Als Komplikationen wurde Fisteln und Sequester bei zwei Patienten beobachtet. Nach der operativen Versorgung von Fistel und Sequester bestand kein Hinweis auf eine Lyse oder Osteomyelitis. Der Femur hatte sich bei diesem Patienten auch deutlich erholt.

Im dritten und sechsten Jahr konnte ein Hund röntgenologisch untersucht werden. Die Resektionsstelle war reizlos und die Kortikalis des Femurs stabil.

Bei den Verlaufskontrollen wurde bei einem Patient mit Luxation ein Ausriss des Trochanter an der explantierten Seite festgestellt. Der Trochanter major war durch die Fraktur isoliert. Im Gegensatz dazu war der Femur reizlos und unverändert. Im dritten Jahr wurden bei diesem Patienten neue knöcherne Zubildungen am Trochanter major diagnostiziert. Femur und Resektionsstelle zeigten keine negativen Veränderungen.

Der zweite Patient in dieser Gruppe konnte zweimal in den ersten drei Monaten nach der Explantation röntgenologisch untersucht werden. Bei der ersten Vorstellung hatte der Hund einen nur schlecht mineralisierten Trochanter. An der Osteotomiestelle des Femurs und am Azetabulum bestanden leichte knöcherne Proliferationen. Ein Monat später hatte der Patient durchbaute Knochen, einen Trochanterhochstand und deutliche periostale Reaktionen. Im dritten Monat erhielt der Hund ein neues Implantat auf der anderen Seite. Weitere röntgenologische Untersuchungen waren nicht möglich. Wegen einer angeblichen Luxation der neuen Prothese wurde der Hund ohne weitere Röntgenuntersuchung alio loco euthanasiert.

Bei den Verlaufskontrollen der Patienten mit Implantatbruch, wurde nur ein Patient nach fünf Monaten vorgestellt: der Femur des Patienten war reizlos und zeigte keine periostalen Reaktionen.

3 Ganganalyse

Zur Messung von Gliedmaßenwinkelungen benutzt man manuelle Goniometrie (MANN et al. 1988, JAEGGER et al. 2002) und kinematische Analysen (PAGE et al. 1993, HOTTINGER et al. 1996, DECAMP 1996, DECAMP 1997, SCHAEFER et al. 1998). Für den stehenden Hund haben ADRIAN et al. (1966) für die Gelenkwinkel der Hüfte goniometrisch messbare, rasse- und stellungsbedingte Abweichungen von 10° , für das Knie von 15° und für das Sprunggelenk von 20° beschrieben. So erwarten sie bei adspektorisch korrekter Stellung einen Hüftgelenkwinkel von 110° , einen Kniegelenkwinkel von 140° und einen Sprunggelenkwinkel von 150° .

MANN et al. (1988) maßen mit Hilfe des Goniometers bei den Hunden die Winkel der Hintergliedmaße im Stand. Ein Verkleinerter Winkel bedeutet stärkere Beugung, da aufgrund der Erkrankung des Gelenks weniger Gewicht übernommen wird. Vergrößerte Standwinkel bedeuten, dass eine anatomische Veränderung vorliegt, wie eine Femurkopfhalsresektion, wobei Knie und Tarsus zum Ausgleich der Verkürzung stärker gestreckt werden. Bei der chronischen Luxation des Femurs betragen die Werte beim Deutsche Schäferhund, der ein sehr gebeugtes Tarsalgelenk hat: Hüfte 102° - 107° , Knie 124° - 136° , Tarsus 120° - 133° .

Die Patienten, bei denen eine einseitige Explantation durchgeführt wurde, wurde der Bewegungsradius mit denen von JAEGGER et al. (2002) beschriebenen physiologischen Range of Motion beim Labrador Retriever verglichen. Bei allem Patienten war die ROM der explantierten Seite leicht eingeschränkt.

Ein computergesteuertes Laufband mit vier integrierten Kraftmessplatten, die jeweils mit vier dreidimensionalen piezoelektrischen Kistler® -Kraftsensoren ausgestattet sind, wurde an der Chirurgischen Tierklinik der LMU München in Zusammenarbeit mit der Deutschen Sporthochschule Köln unter der Leitung von Prof. Brüggemann als Pilotprojekt entwickelt. Es erlaubt eine simultane Aufzeichnung kinetischer und kinematischer Parameter. Von allen vier Gliedmaßen können hiermit die Bodenreaktionskräfte und die Bewegungen der Gelenke synchron erfasst werden (BAETZNER 1996, OFF und MATIS 1997, KOSFELD 1996, UNKEL-MOHRMANN 1999, HOFMANN 2002).

Kinetische und kinematische Analyse werden weitgehend akzeptiert und haben bewiesen, ein zuverlässiges Instrument zur Bewertung normale und unnormale Gangarten zu sein und die Wirksamkeit von verschiedenen medizinischen Interventionen zu beurteilen (DUELAND et al. 1977, O'CONNOR et al. 1989, JEVENS et al. 1996, CROSS et al. 1997, DeCAMP 1997, BUDSBERG et al. 1987, 1988, 1993, 1995, 1996, 1999, RENBERG et al. 1999, MCLAUGHLIN 2001, BUDSBERG 2001).

Das Untersuchungsprojekt von BRADEN et al. (2004) basierte auf der objektiven Auswertung der Kraftmessplattenanalyse für großwüchsige Hunde mit Totalendoprothese als Therapie einer Koxarthrose. Die Untersuchungsdauer der 127 Patienten betrug den Zeitpunkt vor der Operation bis ca. sechs Monate postoperativ. Insgesamt verbesserte sich die vertikale Kraft um 10,6 % [0,394 (10N/kg)], der vertikale Impuls verbesserte sich um 13,6%.

Bei Langzeituntersuchungen von Totalendoprothesen haben BERGH et al. (2006) beschrieben, dass es zur Dokumentation der radiologischen Veränderungen und Korrelationen mit Ganganalyse, kinematischer Analyse, oder beiden erforderlich ist, um das funktionelle Ergebnis von Totalendoprothesen bei Hunden zu bewerten.

FANCHON et al. (2006) hielten eine vorherige Gewöhnung der Tiere an das Laufband für sinnvoll, um vergleichbare Daten zu erhalten.

In unsere Studie wurden die hunde an das Laufband gewöhnt. Hunde, die keine Probleme an den nicht explantierten Seiten hatten oder bilaterale Hüftgelenksprothesen hatten, gewöhnten sich schnell an das Laufband. Sie berührten bei jedem auffußen die vier einzelnen Kraftmessplatten mit jeweils nur einer Gliedmaße. Schwieriger eine gute Schrittfolge zu zeigen war es für die Hunde, die an der kollateralen Seite auch ein Problem hatten. Von neun Patienten wurden acht kinetisch und kinematisch, ein Patient nur kinetisch untersucht. Dieser Patientenbesitzer wollte den Hund aufgrund des Alters nicht dem Stress einer Untersuchung auf dem Laufband aussetzen.

Bei BENNETT et al. (1996) wurden die Hunde, die gering bis mittelgradig lahm waren, über Kraftmessplatten geführt. Reflektierende Markierungen wurden auf Crista iliaca, Trochanter major, Kniegelenk zwischen Epicondylus lateralis und Fibulakopf, am Malleolus lateralis der Tibia, an der distalen lateralen Seite des 5. Metatarsalknochens und dorsal am thorakolumbalen Übergang der Wirbelsäule angebracht. Hunde mit Hüftdysplasie (HD)

hatten im Vergleich zu gesunden Hunden keinen signifikanten Unterschied bei Impuls, Schrittfrequenz, Dauer der Stützphase und der durchschnittliche Maximalgeschwindigkeit. Die vertikalen Spitzenkräfte waren bei Hunden mit HD signifikant herabgesetzt. Die Schrittlänge war von HD Hunden länger als die von gesunden Hunden.

Die Kinematik der Hintergliedmaße bei Hunden mit HD erfolgt bei Hüftstreckung und Kniebeugung am Ende der Stützphase schneller. Das bedeutet, ein schnelleres Durchlaufen und gleichzeitig ein kürzeres Belasten der schmerzhaften Stellen an der Hüfte. Auch das Knie muss sich schneller beugen, sonst schleift die Gliedmaße bei gestreckter Hüfte und gestrecktem Knie (HOFFMANN 2002).

In der Schwungphase beugen sich alle Gelenke schneller in der frühen Schwungphase, damit sie eine schnelle Entlastung der schmerzhaften Hüfte haben.

Die Verschiebung der Belastung bei Tieren mit beidseitiger Hüftdysplasie erfolgt von der erkrankten auf die gegenüberliegende Beckengliedmaße und gleichzeitig von der Vorderextremität der gesunden Körperseite auf die kontralaterale Schultergliedmaße (HOFMANN 2002). In der vorliegenden Untersuchung war es eher so, dass Patienten mit beiderseitiger Hüftgelenkspathologie die Vordergliedmaßen mehr belasteten.

Eine Verkürzung der Standphase der schmerzhafteren Beckengliedmaße stellte KOSFELD (1996) bei 10 Hunden mit beidseitiger Hüftdysplasie im Seitenvergleich fest. Dazu schrieb HOFMANN (2002), dass sich im Seitenvergleich bei den Hunden mit bilateraler Hüftdysplasie die Schwungphase der klinisch erkrankten Beckengliedmaße signifikant verlängert. Der Impuls der klinisch erkrankten Beckengliedmaße erwies sich zur jeweils kontralateralen Gliedmaße als signifikant geringer. Die erkrankte Gliedmaße zeigte eine verringerte Extension bei einer gleichzeitig kleineren Bewegungsamplitude im Hüftgelenk im Vergleich zur kontralateralen Seite. In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich das gleiche Ergebnis vor der Explantation, danach war die Schwungphase der nicht operierten Beckengliedmaße verlängert.

DUELAND et al. (1977) untersuchten 17 Hunde mit Totalendoprothese (TEP), 11 Hunde mit Femurkopfhalsresektion (FKHR) und vier nicht operierte. Diese Hunde wurden in vier Gruppen eingeteilt und vertikale und kraniokaudale Kräfte gemessen. Der grundlegende Gedanke war, wenn eine Seite eine höhere vertikale Kraft aufweist, bedeutet dies eine höhere Belastung, was einer besseren Leistung entspricht. In der ersten Gruppe (nicht operierte Hunde) waren kontralaterale Werte vergleichbar. Die zweite Gruppe (mit einseitigem Totalendoprothese) hatte höhere Fz (vertikale Kräfte) auf der unoperierten Seite. Bei drei

Hunden waren Fy1 (erste Peak. Bei der Landung der Pfote) und Fy2 (zweite Peak. Beim Abheben der Pfote) erhöht. Aber nur zwei Hunde zeigten erhöhte vertikale und kraniokaudale Kräfte. Bei der dritten Gruppe (Femurkopfhalsresektion) wurde ein normales Gangbild gesehen, aber drei Hunden zeigten höhere vertikale Kräfte auf der FKH-resezierten Seite. Alle Hunde zeigten bessere vertikale und kraniokaudale Kräfte. Bei der vierten Gruppe (beiderseits TEP) wurden keine Unterschiede zwischen den Seiten festgestellt.

Auch wenn die vertikalen Kräfte erhöht sind, müssen die kraniokaudalen Kräfte nicht zwangsläufig auch erhöht sein. Eine gelungene TEP kann die Funktion einer normalen Hüfte erreichen bzw. eine Hüft dysplasie verbessern. Eine gelungene Femurkopfhalsresektion kommt einer TEP gleich und kann sie biomechanisch und klinisch sogar übertreffen (DUELAND et al. 1977).

Die 51 Hunde, bei denen in der Zeitspanne dieser Untersuchung ein Problem nach einer TEP Operation auftraten, stehen in keiner Relation zu der gesamten Menge der Implantationen. Somit kann man heute dieser Aussage nicht mehr folgen.

Von BAETZNER (1996) wurde eine Korrelation zwischen Muskelumfang und Bodenreaktionskraft beim Hund nachgewiesen, allerdings kann mangelnde inter- und intramuskuläre Koordination auch ohne sichtbare Atrophie zu einer Abnahme der Muskelkraft führen (PAESSLER und SHELBOURNE 1993).

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Hunde hatten 5 leichte und 4 deutliche Muskelatrophien. Zwei Hunde mit deutlicher Atrophie hatten auch leichte Schwierigkeiten beim Laufen.

Einen großen Einfluss auf den Gang übt die Schnelligkeit des Laufbands aus (McLAUGHLIN 2001, BREBNER et al. 2006). Daneben erlaubte das zur Verfügung stehende Ganglabor eine Erfassung mehrerer aufeinander folgender Schritte in langsamer Geschwindigkeit, so dass innerhalb kürzester Zeit genügend Daten für eine statistische Auswertung zur Verfügung standen.

In diese Arbeit lag die mittlere Bandgeschwindigkeit bei den Untersuchungen bei 0,5 m/ sec. Bei den Patienten (neun von 51), die ganganalytisch untersucht wurden, stimmten die Ergebnisse der klinischen Untersuchung und der gleichzeitig durchgeführten Laufbanduntersuchungen überein. Vier Patienten aus dieser Gruppe zeigten klinisch eine undeutliche und fünf Patienten eine deutlich geringgradige Lahmheit.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Hund nach einer notwendigen Prothesenexplantation ein befriedigendes Gangbild hat und dadurch wieder eine Lebensqualität gewinnt.

V Zusammenfassung

Für diese retrospektive Studie wurden die Krankengeschichten von 51 Hunden ausgewertet, bei denen aus unterschiedlichen Gründen die zuvor implantierte Hüftendoprothese explantiert werden musste. In der Zeitspanne von 1994 bis 2008 erhielten insgesamt 50 Hunde an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians- Universität München (LMU) eine Hüftgelenksexplantation. Bei 29 Patienten (Tab. 1) war zuvor eine Totalendoprothese in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians- Universität München implantiert worden, 21 weitere Hunde gehörten nicht zu dem Patientengut der Chirurgischen Tierklinik der LMU (alio loco). Bei einem Hund wurde sowohl die Prothesenimplantation als auch die Explantation alio loco durchgeführt.

In der vorliegenden Arbeit beziehen sich die Daten der 51 untersuchten Patienten auf eine klinisch-radiologische und ganganalytische Untersuchung, das Ausfüllen eines Fragebogens, und der Patientenkarten, die von den behandelnden Ärzten der Patienten ausgefüllt wurden. Pre- und postoperativ wurde eine klinisch-orthopädisch Untersuchung, Muskelmessungen, die Schmerzprüfung durch Manipulationen und der Lahmheitsgrad dokumentiert. Röntgenuntersuchungen wurden in zwei Projektionsebenen durchgeführt. Vor der Explantationsoperation wurden die Lockerungszeichen des Schaftes nach GRUEN (1979), der Pfanne nach DeLEE und CHARNLEY (1976) mit einer Zoneneinteilung beurteilt. Außerdem wurden die Migrationen von Prothesekomponenten, Periostreaktionen, Knochenatrophien, Osteolysen, heterotope Ossifikationen, Frakturen und Luxationsformen dokumentiert. In die Untersuchung wurden alle Hunde aufgenommen, bei denen postoperativ (nach der Implantation) Komplikationen auftraten. Die Patienten wurden aufgrund der Datenerhebung und nach Art der Komplikationen in vier Gruppen eingeteilt: Patienten mit aseptischer Lockerung, mit septischer Lockerung, mit Luxationen und mit Prothesenbruch (Schaft).

Bei 26 Patienten trat eine aseptische Lockerung auf, 16 Patienten entwickelten eine Infektion des Implantats, in deren Folge eine septische Lockerung auftrat. Bei sieben Patienten kam es zu einer Luxation (vier von sieben Patienten eine rezidivierende Prothesenluxation), zwei Patienten erhielten aufgrund eines Prothesenbruchs eine Explantation der Prothesekomponente. Wenn bei der Explantationsoperation eine direkte proximale Extraktion des Zementes nicht möglich war, wurde eine Femoralfenestration durchgeführt.

Bevor eine Explantation erfolgte wurden diverse zusätzliche Operationen, wie z.B. ein Wechsel der Prothesenkomponente, durchgeführt. Der Zeitintervall zwischen Implantations- und Explantationsoperationen war bei Patienten mit aseptischer Lockerung länger als bei Patienten mit septischer Lockerung. In den anderen Gruppen variierte diese Zeit.

Der Beobachtungszeitraum der Nachuntersuchungen erstreckte sich von einem Monat bis auf 96 Monate und betrug durchschnittlich 29 Monate. Bei Abschluss der Studie liefen 17,2% (n = fünf von 29) der Hunde lahmheitsfrei, 51,7% (n = 15 von 29) der Patienten zeigten eine geringgradige Lahmheit. Der Großteil der Patienten hatte eine leichte Muskelatrophie und im Allgemeinen einen leichten Schmerz bei der Extension.

Laut der Besitzerangaben waren auch zwei von 12 Hunden lahmheitsfrei, drei Hunden lahmten manchmal. Acht von 12 Hunden hatten eine gute Lebensqualität, die Besitzer waren mit dem Ergebnis zufrieden.

Bei den Patienten mit Hüftgelenksexplantation stimmen die Ergebnisse der Kinetik- und Kinematikmessungen der Ganganalyse und der klinischen Beobachtungen mit den theoretischen biomechanischen Überlegungen bezüglich des Bewegungsablaufs überein.

Abschließend ist zu sagen, dass eine Explantationsoperation (Girdlestone-Resektionsarthroplastik) trotz der funktionalen Probleme, bei Komplikationen der Hüftendoprothetik, wie septischer und aseptischer Lockerung, Luxationen und Prothesenbrüchen auch im Langzeitverlauf einer akzeptable Behandlungsmethode dargestellt.

VI Summary

This retrospective study is an analysis of the medical histories of 51 dogs where for different reasons the previously implanted hip joint endoprosthesis had to be explanted. In the period from 1994 until 2008 a total number of 50 dogs underwent a hip joint explantation in the Surgical Veterinary Clinic of the Ludwig-Maximilians University in Munich (LMU). In 29 cases (Fig. 1) a total endoprosthesis had been implanted in this clinic; in the other 21 cases the dogs were treated elsewhere (*alio loco*). In one case both the implantation and the explantation of the prosthetic had been performed *alio loco*.

The data of the 51 cases in this study have been collected through clinical-radiological examination and motion analysis, completed questionnaires, and the medical histories compiled by the attending veterinary surgeons. The clinical-orthopedic examination, muscle check, pain examination through manipulation, and the degree of lameness were documented pre- as well as post-operatively. Radiographic examinations were carried out on two levels: before the explantation operation the degree of loosening of the stem were assessed by area classification according to GRUEN (1979) and of the acetabular cup according to DeLEE and CHARNLEY (1976). Furthermore migrations of prosthesis components, periost reactions, bone atrophy, osteolysis, heterotopic ossification, fractures and types of luxation were recorded. All dogs that suffered from post-operative complications (complications after implantation) were included in this study.

The patients were divided into four groups according to the collected data and nature of the complications: patients with aseptic loosening, with septic loosening, with luxations and with fractures of the prosthesis (stem). 26 patients suffered from aseptic loosening, 16 patients developed an infection of the prosthesis that led to septic loosening. In seven cases a luxation occurred (in four from these seven to a recidivating prosthesis luxation) and in two cases explantation of the prosthesis components followed a prosthesis fracture. Where a direct proximal extraction of the cement was impossible a femoral fenestration was performed. Various additional operations, like substitution of prosthesis components, were performed before the explantation. The period of time between implantation and explantation was longer in patients with aseptic loosening as with patients with septic loosening. In the other two groups the time interval varied.

The observation period of the follow-up examinations fluctuated between one month and 96 months, with an average period of 29 months. At the end of the study 17.2% (n= 5 of 29) of the dogs were free of any lameness, and 51.7% (n= 15 of 29) showed mild symptoms of

lameness. The better part of the patients suffered from a mild muscle atrophy and generally extension was somewhat painful.

According to the owners two dogs out of 12 were also completely free of lameness and three dogs suffered from occasional lameness. In eight out of 12 cases the owners were pleased with the results as the dogs enjoyed a proper quality of life.

In patients with a hip joint explantation the results of the kinetic and kinematic readings of the motion analysis and the clinical observation are in agreement with the theoretical biomechanical considerations pertaining to the motion sequence.

It can be concluded that an explantation operation (Girdlestone resection arthroplastic) is, in spite of functional problems, an acceptable form of therapy also in the long term in case of complications in hip joint prosthetics like septic and aseptic loosening, luxations, and prosthetic fracturing.

VII Literaturverzeichnis

ADRIAN MJ, ROY WE, KARPOVICH PV

Normal gait of the dog: An electrogoniometric study.

Am J Vet Res 1966 27, 90-95

AHMED AM, RAAB S, MILLER JE

Metal/cement interface strength in cemented stem fixation.

J Orthop Res 1984; 2, 105-118

ALBREKTSSON T, JOHANSSON C

Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration.

Eur Spine J 2001; 10 , Suppl. 2, 96-101

ALIABADI P, TUMEH SS, WEISSMAN BN, McNEIL BJ

Cemented total hip prosthesis: radiographic and scintigraphic evaluation.

Radiology 1989; 173 (1), 203-206

ALI KHAN MA, BRAKENBURY PH, REYNOLDS IS

Dislocation following total hip replacement.

J Bone Joint Surg Br 1981; 63-B, 214-218

ALLEN K, DECAMP CE, BRADEN TD, BAHMS M

Kinematic gait analysis of the trot in healthy mixed breed dogs.

Vet Comp Orthop Traumatol 1994; 7, 148-153

AMSTUTZ HC, CAMPBELL P, McKELLOP H, SCHMALZREID TP, GILLESPIE WJ,
HOWIE D, JACOBS J, MEDLEY J, MERRITT K

Metal on metal total hip replacement workshop consensus document.

Clin Orthop relat res 1996; 329 Suppl: 297-303

ANDREWS CM, LISKA WD, ROBERTS DJ

Sciatic neurapraxia as a complication in 1000 consecutive canine total hip replacements.

Vet Surg 2008; 37, 254–262.

ARCHIBALD J, BALLANTYNE JH

A practical prosthesis for the canine and feline femoral head.

North Am Vet 1953; 34, 496-501

ARROYO JS, GARVIN KL, McGUIRE MH

Fatal marrow embolization following a porous-coated bipolar hip endoprosthesis.

J Arthroplasty 1994; 9, 449-452

BAETZNER, E

Physikalische Therapie in der Veterinärmedizin: klinische und ganganalytische Untersuchung der Auswirkung Rehabilitationsprogrammes auf die postoperative Phase der vorderen Kreuzbandruptur beim Hund nach Faszienplastik over-the-top und zusätzlicher Fibulakopfttransposition. Diss. Vet. Med. München; 1996

BALLINARI U, MONTAVON PM, HUBER E, WEISS R

Die Pectineusmyektomie, Iliopsoastenotomie und Neurektomie der Gelenkkapsel als symptomatische Therapie bei der Coxarthrose des Hundes.

Schweiz Arch Tierheilk 1995; 137, 251-257

BARDET JF

Design rationale: The Biomecanique total hip system.

Canine hip replacement conference, Orlando, 2001

BARDET JF, LETOURNEL E

Prothèse totale de la hanche chez le chien.

Prat Mèd Anim Comp 1995; 30, 555-569

BARDET JF, MATIS U

La prothèse totale cimentée de la hanche chez le chien. Suivi postopératoire de 100 prothèses Richards.

Prat Med Clin Anim Comp 1990; 25, 4, 457-462

BAUER TW

Particles and periimplant bone resorption.

Clin Orthop Relat Res 2002; 405, 138-143

BENNETT RL, DECAMP CE, FLO GL, HAUPTMAN JG, STAJICH M

Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia.

Am J Vet Res.1996; 57 (7), 966-971

BERGH MS, GILLEY RS, SHOFR FS, KAPATKIN AS

Complications and radiographic findings following cemented total hip replacement: a retrospective evaluation of 97 dogs.

Vet Comp Orthop Traumatol 2006; 19 (3), 172-179

BERGH MS, MUIR P, MARKEL MD, MANLEY PA

Femoral bone adaptation to unstable long-term cemented total hip arthroplasty in dogs.

Vet Surg 2004; 33, 238-245

BERGMANN G, SIRAKY J, ROHLMANN A, KOELBEL R

A comparison of hip joint forces in sheep, dog and man.

J Biomech 1984; 17 (12), 907-921

BERTRAM JEA, LEE DV, TODHUNTER RJ, FOELS WS, WILLIAMS AJ, LUST G

Multiple force platform analysis of the canine trot: a new approach to assessing basic characteristics of locomotion.

Vet Comp Orthop Traumatol 1997; 10, 160-169

BIRCH R, WILKINSON MS, VIJAYAN KP, GSCHMEISSNER S

Cement burn of the sciatic nerve.

J Bone Joint Surg Br 1992; 74, 731-733

BISTRITSCHAN E, FÜRDERER S, EYSEL P

Komplikationen nach Hüftgelenktotalendoprothetik: Eine retrospektive Studie zur Evaluation von Risikofaktoren für Luxationen.

89. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Meeting Abstract (DGOOC), 2003

BITTAR ES, PETTY W

Girdlestone arthroplasty for infected total hip arthroplasty.

Clin Orthop Relat Res 1982; 170, 83-87

BLATTER G, FIECHTER TH, MAGERL F

Periprotehetische Frakturen bei Hüftgelenkendoprothesen.

Z Orthop 1989; 18, 545–551

BLAUTH W, DONNER K

Zur Geschichte der Arthroplastik.

Z Orthop 1979; 117, 997-1006.

BLEYAERT H

Zürich Cementless Total Hip Prothesis.

Review the Critical Care AVS Florida Veterinary Specialists, 2003, 9-12

BORI, G., SORIANO A, GARCIA A, GALLART X, CASANOVA L, MALLOFRE C, ALMELA M, MARTINEZ JA, RIBA J, MENSA J

Low sensitivity of histology to predict the presence of microorganisms in suspected aseptic loosening of a joint prosthesis.

Mod Pathol 2006; 19, 874–877

BOWEN JM, LEVIS RE, KNELLER SK, WILSON RS, ARNOLD RA

Progression of hip dysplasia in German Shepherd dogs after unilateral pectineal myotomy.

J Am Vet Med Assoc 1972; 161, 899-904

BRADEN TD, OLIVIER NB, BLAISET MA, AVERILL SM, BOLLIGER C, DeCAMP CE

Objective evaluation of total hip replacement in 127 dogs utilizing force plate analysis.

Vet Comp Orthop Traumatol 2004; 17, 78-81

BRADY OH, GARBUZ DS, MASRI BA, DUNCAN CP

Classification of the hip.

Orthop Clin North Am 1999; 30, 215-220

BREBNER NS, MOENS NM, RUNCIMAN JR

Evaluation of a treadmill with integrated force plates for kinetic gait analysis of sound and lame dogs at a trot.

Vet Comp Orthop Traumatol 2006; 19 (4), 205-212

BRINKER WO

Small animal fractures.

East Lansing, Michigan, Department of Continuing Education Services, Michigan State University, 1978

BRINKER WO, PIERMATTEI DL, FLO GL

Orthopädie und Frakturbehandlung beim Kleintier.

Schattauer, Stuttgart, 1993

BROWN RE

The experimental use of stainless steel femoral head prosthesis in normal dogs and cats.

North Am Vet 1953; 34, 423-428

BRUNNBERG, L.

Lahmheitsdiagnostik beim Hund.

Boehringer, Ingelheim, 1998

BUCHOLZ HW, ELSON RA, ENGELBRECHT E, LODENKÄMPER H, ROTTGER J, SIEGEL A

Management of deep infection of total hip replacement.

J Bone Joint Surg Br 1981; 63-B(3): 342-353

BUCHHOLZ HW, ENGELBRECHT H

Über die Depotwirkung einiger Antibiotika bei Vermischung mit dem Kunstharz Palacos.
Chirurg 1970; 41, 511-515

BUCKWALTER AE, CALLAGHAN JJ, LIU SS, PEDERSEN DR, GOETZ DD,
SULLIVAN PM, LEINEN JA, JOHNSTON RC

Results of Charnley total hip arthroplasty with use of improved femoral cementing techniques
– a concise follow-up, at a minimum of twenty-five years, of a previous report.

J Bone Joint Surg Am 2006; 88, 1481-1485

BUDRAS KD, FRICKE W, RICHTER R

Atlas der Anatomie des Hundes: Lehrbuch für Tierärzte und Studierende.
Schülersche, Hannover, 2000

BUDSBERG SC

Long-term temporal evaluation of ground reaction forces during development of
experimentally induced osteoarthritis in dogs.

Am J Vet Res 2001; 62 (8), 1207-1211

BUDSBERG, S

Is force plate analysis the answer to lameness evaluation.

Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress, Munich, Germany, 2002

BUDSBERG SC, CHAMBERS JN, LUE SL, FOUTZ TL REECE L

Prospective evaluation of ground reaction forces in dogs undergoing unilateral total hip
replacement.

Am J Vet Res 1996; 57 (12), 1781-1785

BUDSBERG SC, JEVENS JD, BROWN J, FOUTZ TL, DeCAMP CE, REECE L

Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs.

Am J Vet Res 1993; 54 (10), 1569-1574

BUDSBERG SC, JOHNSTON SA, SCHWARZ PD, DeCAMP CE, CLAXTON R

Efficacy of etodolac for the treatment of osteoarthritis of the hip joint in dogs.

J Am Vet Med Assoc 1999; 214 (2), 206-210

BUDSBERG SC, VERSTRAETE, MC, BROWN J, REECE L

Vertical loading rates in clinically normal dogs at trot.

Am J Vet Res 1995; 56 (10), 1275-1280

BUDSBERG SC, VERSTRAETE MC, SOUTAS-LITTLE RW

Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs.

Am J Vet Res 1987; 48 (6), 915-918

BUDSBERG SC, VERSTRAETE MC, SOUTAS-LITTLE RW, FLO GL, PROBST CW

Force plate analyses before and after stabilization of canine stifles for cruciate injury.

Am J Vet Res 1988; 49 (9), 1522-1524

BYRICK RJ, MULLEN JBM, KAY JC et al.

Prevention of fat and marrow microembolism during cemented arthroplasty.

Trans Orthop Res Soc 1988; 13, 550

BYRICK RJ, MULLEN JB, MAZER CD, GUEST CB

Transpulmonary systemic fat embolism. Studies in mongrel dogs after cemented arthroplasty.

Am J Respir Crit Care Med 1994; 150, 1416-1422

CANNER GC, STEINBERG ME, HEPPENSTALL RB, BALDERSTON R

The infected hip after total hip arthroplasty.

J Bone Joint Surg 1984; 66 (A), 1393-1399

CAPANNA R, MORRIS HG, CAMPANACCI D, DEL BEN M, CAMPANACCI M

Modular uncemented prosthetic reconstruction after resection of tumors of the distal femur.

J Bone Joint Surg Br. 1994; 76 (2), 178-186

CARLSSON AS, GENTZ CF

Radiographic versus clinical loosening of the acetabular component in noninfected total hip arthroplasty.

Clin Orthop Rel Res 1984; 185, 145-151

CHAFETZ N, HATTNER RS, RUARKE WC, HELMS CA, GENANT HK, MURRAY WR

Multinuclide digital subtraction imaging in symptomatic prosthetic joints.

AJR 1985; 144, 1255-1258

CHARNLEY J

Anchorage of the femoral head prosthesis to the shaft of the femur.

J Bone Joint Surg Br 1960; 42B, 28-30

CHARNLEY J

Arthroplasty of the hip: A new operation.

Lancet 1961 1, 1129-1132

CHARNLEY J

Total prosthetic replacement of the hip.

Reconstr Surg Traumatol. 1969; 11, 9-19

CHARNLEY J

The long-term results of low-friction arthroplasty of the hip performed as a primary intervention.

J Bone Joint Surg Br 1972; 54, 61-76

CHARNLEY, J.

Total hip-replacement.

JAMA 1974; 230, 1025-1028.

CHOUGLE A, NARAYANASWAMY V

Delayed presentation of prosthetic joint infection due to *Listeria monocytogenes*.

Int J Clin Pract 2004; 58, 420-421

CLARK L

Scintigraphic evaluation of total hip arthroplasties using ^{99m} technetium methyldiphosphonate in 10 dogs.

Vet Comp Orthop Traumatol 1994; 7, 60-61

CLAYTON HM

Advances in motion analysis.

Vet Clin North Am Equine Pract 1991; 7, 365-382

CLAYTON HM

Instrumentation and techniques in locomotion and lameness.

Vet Clin North Am Equine Pract 1996a; 12, 337-350

CLAYTON HM

Effects of added weight on landing kinematics of the forelimb in jumping horses.

3rd Intern Workshop on Animal Locomotion, Saumur, Poster: 59, 1996b

CLAYTON HM

Classification of collected trot, passage and piaffe using stance phase temporal variables.

3rd Intern Workshop on Animal Locomotion, Saumur, Poster: 55, 1996c

CLOHISY JC, CALVERT G, TULL F, McDONALD D, MaLONEY WJ

Reasons for revision hip surgery: a retrospective review.

Clin Orthop Relat Res 2004; 429, 188-192

COLYER RA, CAPELLO WN

Surgical treatment of the infected hip implant. Two-stage reimplantation with a one-month interval.

Clin Orthop Rel Res 1994; 298, 75-79.

CONZEMIUS MG, VANDERVOORT J

Total joint replacement in the dog.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 2005; 35, 1213-1231

CROSS AR, BUDSBERG SC, KEEFE TJ

Kinetic gait analysis assessment of meloxicam efficacy in a sodium urate-induced synovitis model in dogs.

Am J Vet Res 1997; 58 (6), 626-631

CROSS AR, NEWELL SM

Definition and determination of acetabular component orientation in cemented total hip arthroplasty.

Vet Surg 2000; 29, 507-516

CROSS AR, NEWELL SM, CHAMBERS JN, SHULTZ KB, KUBILIS PS

Acetabular component orientation as an indicator of implant luxation in cemented total hip arthroplasty.

Vet Surg 2000; 29 (6), 517-523.

CYTEVAL C, HAMM V, SARRABÈRE MP, LOPEZ FM, MAURY P, TAOUREL P

Painful infection at the site of hip prosthesis: CT imaging

Radiology 2002; 224 (2), 47

DÁVID T, KASPER M

Dreifache Beckenosteotomie (DBO) mit axialer Pfannendachschwenkung beim Hund mit Hüft dysplasie.

Wien Tierarztl Monatsschr 1991; 78, 49-63

DECAMP CE

Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1997; 27, 825-840

DECAMP CE, RIGGS CM, OLIVIER NB, HAUPTMAN JG, HOTTINGER HA, SOUTAS-LITTLE RW

Kinematic evaluation of gait in dogs with cranial cruciate ligament rupture.

Am J Vet Res 1996; 57, 120-126

DECAMP CE, SOUTAS-LITTLE RW, HAUPTMANN J, OLIVER B, BARDEN T, WALTON A

Kinematic gait analysis of the trot in healthy greyhounds.

Am J Vet Res 1993; 54, 627-634

DEHART MM, RILEY LH Jr.

Nerve injuries in total hip arthroplasty.

J Am Acad Orthop Surg 1999; 7, 101-111

DeLEE JG, CHARNLEY J

Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement.

Clin Orthop Relat Res 1976; 121, 20-32

DeLEE JG, CHARNLEY J

Radiological demarcation of cemented sockets in total replacements.

Clin Orthop Relat Res 1986; 121, 20-32

DE YOUNG, DJ

Porous coated anatomic canine total hip system: Design rationale.

Canine hip replacement conference, Orlando, 2001

DE YOUNG DJ, DE YOUNG BA, ABERMAN HA, KENNA RV, HUNGERFORD DS

Implantation of an uncemented total hip prosthesis: Technique and initial results of 100 arthroplasties.

Vet Surg 1992; 21, 168-177

DE YOUNG DJ, SCHILLER RA

Radiographic criteria for evaluation of uncemented total hip replacement in dogs.

Vet Surg 1992; 21 (2), 88-98

DE YOUNG DJ, SCHILLER RA, DE YOUNG BA

Radiographic assessment of a canine uncemented porous-coated anatomic total hip prosthesis.

Vet Surg 1993; 22 (6), 473-81

DIEHL K, HARMS J

Über die Aussagekraft tierexperimenteller Ergebnisse mit Hüftendoprothesen.

Z Orthop 1976I; 114, 17-25

DIEHL K, HARMS J

Beanspruchung und Umbau bei der Alloarthroplastik des coxalen Femurendes des Hundes mit einer selbsthaftenden Tragrippenprothese.

Arch orthop Unfall-Chir 1976II; 84, 89-104

DOGAN S, MANLEY PA, VANDERBY R, KOHLES SS, HARTMAN LM, McBEATH AA

Canine intersegmental hip joint forces and moments before and after cemented total hip replacement.

J Biomech 1991; 24, 397-407

DOGAN S, VANDERBY R, MANLEY PA, BELLOLI DM, HARTMAN L, McBEATH AA

Kinetic analysis of canine gait before and after total hip replacement. Congress Proceedings of XII Congress of Biomechanics; ISB at University of California; Los Angeles, 1989

DUELAND R, BARTEL DL, ANTONSON E

Force plate technique for canine gait analysis: preliminary report on total hip and excision arthroplasty.

Bull Hosp Joint Dis 1977; 38 (1), 35-36

DUELAND R, BARTEL DL, ANTONSON E

Force plate technique for canine gait analysis of total hip and excision arthroplasty.

J Am Anim Hosp Assoc 1977; 13 (5), 547-552

DUFF R, CAMPBELL JR

Radiographic appearance and clinical progress after excision arthroplasty of the canine hip.

J Small Anim Prac 1978; 19 (8), 439-449

DYCE KM, SACK WO, WENSING CJG

Anatomie der Haustiere.

Enke, Stuttgart, 1991

DYCE J, OLMSTEAD ML

Removal of infected canine cemented total hip prostheses using a femoral window technique.

Vet Surg 2002; 31, 552-560

DYCE J, WISNER ER, SCRADER SC, WANG Q, OLMSTEAD ML

Radiographic evaluation of acetabular component position in dogs.

Vet Surg 2001; 30, 28-39

DYCE J, WISNER ER, WANG Q, OLMSTEAD ML

Evaluation of risk factors for luxation after total hip replacement in dogs.

Vet Surg 2000; 29 (6), 524-532

EDWARDS MR, EGGER EL, SCHWARZ PD

Aseptic loosening of the femoral implant after cemented total hip arthroplasty in dogs: 11 cases in 10 dogs (1991–1995).

J Am Vet Med Assoc 1997; 211, 580-586

ELKE R

Die Schaftrevision.

Orthopäde 2001; 30, 280-286

ELKE R

Partikelkrankheit – Ist die Tribologie ein Thema in der Revisionschirurgie?

Orthopäde 2001; 30, 258-265

ELLIS LC, SEGRETI J, GITELIS S, HUBER JF

Joint infections due to *Listeria monocytogenes*: case report and review.

Clin Infect Dis 1995; 20, 1548–1550

EL-WARRAK AO, OLMSTEAD ML, RECHENBERG B, AUER JA

A review of aseptic loosening in total hip arthroplasty.

Vet Comp Orthop Traumatol 2001; 14, 115-124

ENGELBRECHT E, SIEGEL A

Komplikationen nach Hüftgelenksendoprothesen.

Radiologie 1989; 29, 508-518

ENGH CA, GLASSMAN AH, SUTHERS KE

The case for porous-coated hip implants. The femoral side.

Clin Orthop Relat Res 1990; 261, 63-81

ESTOK, DM, ORR TE, HARRIS WH

Factors affecting cement strains near the tip of a cemented femoral component.

J Arthroplasty 1997; 12, 40-48

EULERT J, KNELLES D, BARTHEL TH

Heterotope Ossifikationen.

Der Unfallchirurg 1997; 100, 667-674

EVANS HE

Arthrology.

In: Evans HE (Ed.): Miller's Anatomy of the Dog, 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia, 1993a

EVANS HE

The Skeleton.

In: Evans HE (Ed.): Miller's Anatomy of the Dog, 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia, 1993b

FACKLER CD, POSS R

Dislocation in total hip arthroplasties.

Clin Orthop Relat Res 1980; 151, 169-178.

FANCHON L, VALETTE JP, SANAA M, GRANDJEAN D

The measurement of ground reaction force in dogs trotting on a treadmill: an investigation of habituation.

Vet Comp Orthop Traumatol 2006; 19 (2), 81-86

FRANKEL DJ, PLUHAR E, SKURLA CP, EGGER EL, JAMES SP

Radiographic evaluation of mechanically tested cemented total hip arthroplasty femoral components retrieved postmortem.

Vet Comp Orthop Traumatol 2004; 17, 216-224

FREUDIGER U, GRÜNBAUM EG, SCHIMKE E

Stütz- und Bewegungsapparat.

In: CHRISTOPH HJ (Hrsg.): Klinik der Hundekrankheiten. 2. Aufl., Enke, Stuttgart, 1997, 715-827

FREWEIN J, VOLLMERHAUS B

Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschafts- Verlag, Berlin 1994; 121-122

GANTKE S, MATIS U, BÖTTCHER P, ERHARDT W

Cardiac output during total hip replacement in dogs. Comparison of trans-oesophageal pulsed-wave Doppler echocardiography and thermodilution.

Vet Comp Orthop Traumatol 2000; 13, 2, 49-58; 59

GARCIA-CIMBRELO E, MUNUERA L, GIL-GARAY E

Femoral shaft fractures after cemented total hip arthroplasty.

Int Orthop 1992; 16, 97-100

GARINO JP, STEINBERG ME

Etiology of failure: An overview.

In: Garino JP, Steinberg ME, eds: Revision Total Hip Arthroplasty. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999

GAY WJ

Development of an intramedullary stem canine femoral head & neck prosthesis.

Proc. Book XVIIth World Veterinary Congress Hannover 1963; 2, 1087-1093

GELB H, SCHUMACHER HR, CUCKLER J, DUCHEYNE P, BAKER DG

In vivo inflammatory response to polymethylmethacrylate particulate debris – effect of size, morphology, and surface area.

J Orthop Res 1994; 12, 83-92

GERVERS M

Untersuchungen zur Hüftgelenkendoprothetik bei Hunden unter besonderer Berücksichtigung der Komplikationen.

Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss., 1998

GERVERS M, NOLTE I, ALT F, HAUSCHILD G, MEYER-LINDENBERG A, FEHR M

Komplikationen nach Implantation eines modularen Endoprothesen-Sets im Vergleich zu Festkopfprothesen.

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 2002; 115, 412-419.

GILLETTE RL, ZEBAS CJ

A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers.

J Am Anim Hosp Assoc 1999; 35 (6), 515-520

GIRLING SL, INNES JF

Infection of a total hip prosthesis in a dog caused by *Achromobacter* (*Alcaligenes*) *xylosoxidans*.

J Small Anim Pract 2006; 47 (12), 747-750

GJERTSEN JE, LIE SA, FEVANG JM, HAVELIN LI, ENGESAETER LB, VINJE T, FURNES O

Total hip replacement after femoral neck fractures in elderly patients: results of 8,577 fractures reported to the Norwegian Arthroplasty Register.

Acta Orthop 2007; 78 (4), 491-497

GLANT TT, JACOBS JJ, MOLNÁR G, SHANBHAG AS, VALYON M, GALANTE JO

Bone resorption activity of particulate-stimulated macrophages.

J Bone Miner Res 1993; 8, 1071-1079

GLUCK T

Autoplastik – Transplantation – Implantation von Fremdkörpern.

Berl klin Wochenschr 1890; 27 421-427

GORMAN HA

A new prosthetic hip joint; experiences in its use in the dog, and its probable application to man.

Mil Med 1957; 121, 91-93

GREENE CE

Infectious Diseases of the Dog and Cat.

Edinburgh, Elsevier Saunders, 3. ed., 2006, 524-531

GRISTINA AG

Implant failure and the immuno-incompetent fibro-inflammatory zone.

Clin Orthop Relat Res 1994; 298, 106-118

GRUEN TA, McNEICE GM, AMSTUTZ HC

“Modes of failure” of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening.

Clin Orthop Relat Res 1979; 141, 17-27

GUTBROD F, FESTL D

Praktische Anwendung und klinische Ergebnisse der Hüftgelenk-Totalendoprothese für Hunde Modell Aesculap.

Kleintierpraxis 1995; 40. Jahrg., 793-804

HABOUSH EJ

A new operation for arthroplasty of the hip.

Bull Hosp Jt Dis 1953; 14, 242-247

HACH V

HELICA Zementlose Hüftendoprothese, Teil I: Grundlagen, Kasuistiken und Instrumentarium.

6. Frankfurter Tierärztekongress für Kleintiere: Frankfurt am Main, 2007

HANSON SP, PECK JN, BERRY CR, GRAHAM J, STEVENS G

Radiographic evaluation of the Zurich cementless total hip acetabular component.

Vet Surg 2006; 35, 550-558

HARMS J, MAEUSLE E, DIEHL K

Problematik der Übertragbarkeit des Tierversuchs in der Implantatentwicklung.

Orthopade 1978; 7, 2-13

HARRIS WH

The first 32 years of total hip arthroplasty. One surgeon's perspective.

Clin Orthop Relat Res 1992; 274, 6-11

HARRIS WH, MALLONEY WJ

Hybrid total hip arthroplasty.

Clin Orthop Relat Res 1989; 249, 21-29

HARRIS WH, McCARTHY JC, O'NEILL DA

Femoral component loosening using contemporary techniques of femoral cement fixation.

J Bone Joint Surg Am 1982; 64, 1063-1067

HAUSTING FB

Rezeptur und werkstoffkundliche Testung eines monomerfreien Knochenzements auf Acrylatbasis.

Medizinischen Fakultät Charité, Berlin, 2007, Dissertation

HEIN W, MÖSER M, ROTH W, SCHÖNRATH C

Risikozeichen bei Prothesenschaftbrüchen.

Beitr Orthop Traumatol 1986; 33

HENSCHEL E

Das Hüftgelenk von Hund und Katze – eine Enarthrosis?

Tierarztl Prax 1983; 11, 345-348

HERBERTS P, MALCHAU H

Long-term registration has improved the quality of hip replacement: a review of the Swedish THR Register comparing 160,000 cases.

Acta Orthop Scand 2000; 71, 111-121.

HIRSCH C

Implantologie. Proseminar Simulation und VR in der Medizin.

WS 2004/2005 Universität Karlsruhe (TH).

HOEFLE WD

A surgical procedure for prosthetic total hip replacement in the dog.

J Anim Hosp Assoc 1974; 10, 269-276

HOEKSTRA KA, PAULTON RJ

Clinical prevalence and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* und *Staph. intermedius* in dogs.

J Appl Microbiol 2002; 93 (3), 406-413

HOFMANN DC

Ganganalytisches Profil verschiedener Gelenkerkrankungen beim Hund: Kreuzbandruptur, Hüftdysplasie, fragmentierter Processus coronoideus, isolierter Processus anconaeus.

Dissertation, Tierärztliche Fakultät München, 2002

HOHN RB, OLMSTEAD ML, TURNER TM, MATIS U

Der Hüftgelenkersatz beim Hund. Total hip replacement in the dog.

Tierarztl Prax 1986; 14, 377-388

HOLZ I

Erfahrungen mit der Biomechanique-Prothese. Klinische und radiologische Untersuchungen in den Jahren 1991 bis 2001.

Dissertation, Tierärztliche Fakultät München, 2002

HOROSZOWSKI H, GANEL A, KAMHIN M, SALTZMAN S, FARIN I

Sequential use of technetium 99m MDP and 67 citrate imaging in the evaluation of painful total hip replacement.

Brit J Radiol 1980; 53, 1169-1173

HOTTINGER HA, DECAMP CE, OLIVER NB, HAUPTMANN JG, SOUTAS-LITTLE RW

Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breed dogs.

Am J Vet Res 1996; 57 (3), 381-388

HOWIE DW

Tissue response in relation to type of wear particles around failed hip arthroplasties.

J Arthroplasty 1990; 5, 337-348

HOZACK WJ, ROTHMAN RH, BOOTH RE, BALDERSTON RA

Cemented versus cementless total hip arthroplasty. A comparative study of equivalent patient populations.

Clin Orthop Relat Res 1993; 289, 161-165

HUNTER G, DANDY D

The natural history of the patient with an infected total hip replacement.

J Bone Joint Surg Br 1977; 59B, 293-297

HUNTER S, DYCE J, BUTKUS L, OLMSTEAD ML

Acetabular cup displacement after polyethylenecement interface failure: a complication of total hip replacement in seven dogs.

Vet Comp Orthop Traumatol 2003; 16, 99-104

HURD JL, POTTER HG, DUA V, RANAWAR CS

Sciatic nerve palsy after primary total hip arthroplasty: a new perspective.

J Arthroplasty 2006; 21, 796-802

HUTTER H, GASPAR A

Totale Hüftgelenksendoprothese beim Hund.

Kleintierprax 1989; 34, 425-440

HUTTON WC, ENGLAND JPS

The femoral head prosthesis and the dog.

J Small Anim Pract 1969; 10, 79-85

IWATA D, BROUN HC, BLACK AP, PRESTON CA, ANDERSON GI

Total hip arthroplasty outcomes assessment using functional and radiographic scores to compare canine systems.

Vet Comp Orthop Traumatol 2008; 21 (3), 221-30

JACOBS JJ, ROEBUCK KA, ARCHIBECK M, HALLAB NJ, GLANT TB

Osteolysis: basic science.

Clin Orthop Relat Res 2001; 393, 71-77

JACOBSON A, SCHRADER SC

Peripheral nerve injury associated with fracture-dislocation of the pelvis in dogs and cats: 34 cases (1978–1982).

J Am Vet Med Assoc 1987; 190, 569-572

JAEGGER G, MARCELLIN-LITTLE DJ, LEVINE D

Reliability of goniometry in Labrador Retrievers.

Am J Vet Res 2002; 63, (7), 979-986

JASTY M, BRAGDON C, JIRANEK W, CHANDLER H, MALONEY W, HARRIS WH

Etiology osteolysis around porous-coated cementless total hip arthroplasties.

Clin Orthop Relat Res 1994; 111-126

JASTY M, BRAGDON CR, RUBASH H, SCHUTZER SF, HAIRE T, HARRIS W
Unrecognized femoral fractures during cementless total hip arthroplasty in the dog and their effect in bone ingrowth.

J Arthroplasty 1992; 7 (4), 501-508

JASTY MJ, FLOYD WE, SCHILLER AL, GOLDRING SR, HARRIS WH

Localized osteolysis in stable, non-septic total hip replacement.

J Bone Joint Surg Am 1986; 68-A, 912-919

JASTY M, MALONEY WJ, BRAGDON CR, O'CONNOR DO, HAIRE T, HARRIS WH

The initiation of failure in cemented femoral components of hip arthroplasties.

J Bone Joint Surg Br 1991; 73, 551-558

JENNY J

A motion picture review of modern fracture treatment.

Procced. Part I., Int. Vet. Congress, Stockholm, 1953, 946-951

JEVENS DJ, DECAMP CE, HAUPTMAN J, BRADEN TD, RICHTER M, ROBINSON R

Use of force-plate analysis of gait to compare two surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs.

Am J Vet Res 1996; 57 (3), 389-393

JOHNSTON RC, FITZGERALD RH, HARRIS WH, POSS R, MÜLLER ME, SLEDGE CB

Clinical and radiological evaluation of total hip replacement. A standard system of terminology for reporting results.

J Bone Joint Surg Am 1990; 72 (2), 161-168

JONES PR, HUKINS DW, PORTER ML, DAVIES KE, TIMPERLEY AJ, HARDINGE K,
TAYLOR CJ

Aseptic loosening of the femoral component in cemented total hip replacement.

J Biomed Eng 1992; 14, 379-384

KÄRRHOLM J, BORSSÉN B, LÖWENHIELM, G SNORRASON F

Does early micromotion of femoral stem prostheses matter? 4–7-year stereoradiographic follow-up of 84 cemented prostheses.

J Bone Joint Surg Br 1994; 76, 912-917

KATZ RP, CALLAGHAN JJ, SULLIVAN PM, JOHNSTON RC

Results of cemented femoral revision total hip arthroplasty using improved cementing techniques.

Clin Orthop Relat Res 1995; 319, 178-183

KEYL W, HEPP WR

Informationswert der Hüftarthrografie bei Verdacht auf Prothesenlockerung.

Arch Orthop Unfall-Chir 1973; 77, 330-338

KIM YH, OH SW, KIM JS

Prevalence of fat embolism following bilateral simultaneous and unilateral total hip arthroplasty performed with or without cement: A prospective, randomized clinical study.

J Bone Joint Surg Am 2002; 84 (A), 1372-1379

KOCH T, BERG R

Lehrbuch der Veterinäranatomie Band I–II.

Fischer, Jena, 1985

KOELBL O, FLENTJE M, EULERT J, BARTHEL T, KNELLES D, KRAUS U

Prospektive Studie zur Vermeidung heterotoper Ossifikationen nach Hüftgelenksersatz. Nicht steroidales Antirheumatikum versus Strahlentherapie.

Strahlentherapie und Onkologie 1997; 173, 667-682

KÖNIG HE, LIEBIG HG

Anatomie der Haussäugetiere, Band I und II.

Stuttgart, Schattauer, 1999

KÖPPEL E

Zur Entwicklung der Articulatio coxae und radiologischen Frühdiagnostik der Hüftgelenkdysplasie des Hundes. Eine morphologische Studie.

Enke, Stuttgart, 1991

KONDE LJ, OLMSTEAD ML, HOHN RB

Radiographic evaluation of total hip replacement in the dog.

Vet Radiol 1982; 23, 98-106

KOSFELD HU

Der totale Hüftgelenkersatz beim Hund. Klinische, röntgenologische und ganganalytische Erhebungen in den Jahren 1983 bis 1993.

Dissertation, München, 1996

KÜHN KD, PFEFFERLE J

Gentamycin/Clindamycin Containing.

Bone Cement, North Sea Biomat, 1998; 168 ff.

KÜPPER W

Die Biomechanik des Hüft- und Schultergelenks beim Hund – zum Aussagewert von Tierversuchen bei der experimentellen Erprobung menschlicher Endoprothesen im Tiermodell.

Dtsch Tierarztl Wochenschr 1980; 88, 146

KÜPPER W, SCHAAR H

Die Erprobung zementloser Stufenschaftprothesen im Hüft- und Schultergelenk des Hundes.

Res Exp Med 1982; 180, 59-73

KURTZ S, ONG K, LAU E, MOWAT F, HALPERN M

Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030.

J Bone Joint Surg Am 2007; 89, 780-785

LARCHÉ WD

Der Einfluss mechanischer und funktioneller Faktoren auf das Angehen des Hundes.

Dissertation, Giessen, 1962

LEARMONTH ID

Prevention of infection in the 1990s.

Orthop Clin North Am 1993; 24(4), 735-741

LEE KCL, KAPATKIN AS

Positive intraoperative culture and canine total hip replacement: risk factors, periprosthetic infection and surgical success.

J Am Anim Hosp Assoc 2002; 38, 271-278

LEIGHTON RL

The Richard's II canine total hip prothesis.

J Am Anim Hosp Assoc 1979; 15, 73-76

LEWIS RH, JONES JP

A clinical study of canine total hip arthroplasty.

Vet Surg 1980; 9, 20-23

LIDWELL OM, LOWBURY E JL, WHYTE W, BLOWERS R, STANLEY SJ, LOWE D

Infection and sepsis after operations for total hip or knee-joint replacement: influence of ultraclean air, prophylactic antibiotics and other factors.

J Hyg 1984; 93, 505-529

LIEBENDÖRFER A

Langzeituntersuchungen von Hüftgelenkspfannen aus kohlenstofffaserverstärktem Epoxidharz (CFK) im Gebrauchstest am Hund.

Dissertation, Stuttgart, 1991

LIEBIG HG, KÖNIG HE

Hinter- und Beckengliedmaßen.

In: König HE, Liebich HG (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere, Bd. I. Schattauer, Stuttgart, 2001

LINNEMANN S

Die Hüftgelenkdysplasie des Hundes.

Parey; Berlin, 2000; 3-21; 77-84; 189-276

LIPPINCOTT CL

Femoral head and neck excision in the management of canine hip dysplasia.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1992; 22, 721-737

LISKA WD

Canine total hip replacement complications: an overview.

Proceedings, Contemporary Issues in Canine Hip Replacement. San Diego, CA, 2000, 30-36

LISKA WD

Femur fractures associated with canine total hip replacement.

Canine hip replacement conference, Orlando, 2001

LISKA WD

Femur fractures associated with canine total hip replacement.

Vet Surg 2004; 33 (2), 164-172

LISKA WD, POTEET BA

Pulmonary embolism associated with canine total hip replacement.

Vet Surg 2003; 32:178-186

LORENZI GL, ROSSI P, PORTIGLIATTI BARBOS M

Observations on the replacement of loose prostheses.

Ital J Orthop Traumatol 1985; 11(4), 397-401

MACH J

Zur Problematik des Prothesenschaftbruchs.

Beitr Orthop Traumatol 1983; 30, 397-402

MAI S

Bewegungstherapie für Hunde in Hundesport und Rehabilitation.

Sonntag, Stuttgart, 2006

MALAWER MM, CHOU LB

Prosthetic survival and clinical results with use of large-segment replacements in the treatment of high-grade bone sarcomas.

J Bone Joint Surg Am 1995; 77 (8), 1154-1165

MALCHAU H, HERBERTS P, WANG XY, KAERRHOLM J, ROMANUS B

Long-term clinical and radiological results of the Lord total hip prosthesis. A prospective study.

J Bone Joint Surg Br 1996; 78, 884-891

MALONEY WJ, SMITH RL, SCHMALZRIED TP, CHIBA J, HUENE D, RUBASH H

Isolation and characterization of wear particles generated in patients who have had failure of a hip arthroplasty without cement.

J Bone Joint Surg Am 1995; 77, 1301-1310

MANN FA, WAGNER-MANN C, TANGNER CH

Manual goniometric measurement of the canine pelvic limb.

J Am Anim Hosp Assoc 1988; 24, 189-194

MARCELLIN-LITTLE DJ, DeYOUNG BA, DOYENS DH et al.

Long-term fixation of 32 canine uncemented total hip prostheses.

Vet Surg 1997; 26, 254

MARCELLIN-LITTLE DJ, DeYOUNG BA, DOYENS DH, DeYOUNG DJ

Canine uncemented porous-coated anatomic total hip arthroplasty: Results of a long-term prospective evaluation of 50 consecutive cases.

Vet Surg 1999; 28, 10-20

MARCELLIN-LITTLE DJ, ROE SC, DeYOUNG BA

Development and principles of application of the canine BFX cementless hip system.

Vet Surg 2004; 294-296.

MARTENS M, AERNOUDT E, DEMEESTER P, DUCHEYNE P, MULIER JC, DELANGH R, KESTELIJN P

Factors in the mechanical failure of the femoral component in total hip prosthesis. Report of six fatigue fractures of the femoral stem and results of experimental loading tests.

Acta Orthop Scand 1974; 45, 693-710

MASRI BA, CAMPBELL DG, GARBUZ DS, DUNCAN CP

Seven specialized exposures for revision hip and knee replacement.

Orthop Clin North Am 1998; 29, 229-240

MASSAT BJ

Canine Cemented Total Hip Arthroplasty.

Waltham 1995; 5, 4, 21-31

MASSAT BJ, MILLER RT, DeYOUNG BA, SCHILER RA, ABERMAN HM, DEYOUNG DJ

Single-stage revision using an uncemented, porous-coated, anatomic endoprosthesis in two dogs: case report.

Vet Surg 1998; 27, 268-277

MASSAT BJ, VASSEUR PB

Clinical and radiographic results of total hip arthroplasty in dogs: 96 cases (1986-1992).

J Am Vet Med Assoc 1994; 205, 448-454.

MATIS U

Surgical techniques in canine hip dysplasia.

Tierarztl Praxis 1995; 23 (5), 426-431

MATIS U

Therapiemöglichkeiten bei Hüftgelenksdysplasie und Coxarthrose. Ein Wegweiser durch den Methodendschungel.

BPT-Intensivfortbildung Kleintierpraxis, Bielefeld, 2001

MATIS U, HOLZ I

Long-term results of the cemented biomechanique hip.

1st World Orthopaedic Veterinary Congress of ESVOT-VOS Munich, Germany 2002

Vet Comp Orthop Traumatol 2001; 16, A3

MATIS U, KNOBLOCH S, OFF W

Der Hüftgelenkersatz beim Hund. 9 Jahre Erfahrungen an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilian-Universität München.

1. Seminar des AMC Newyork, Tegernsee, 1992

MATIS U, OFF W, HOFMANN D

Die Bewegungsanalyse: Diagnostische Aussagekraft, Hilfsmittel, Perspektiven.

19. Bayer. Tierärztetag, München, 1999, 177-181

MATIS U, WAIBL H

Proximale Femurfrakturen bei Hund und Katze.

Tierarztl Prax Suppl 1985; 1, 159-178

MAYERHOEFER ME, FRÜHWALD-PALLAMAR J, CZERNY C

Bildgebung bei Hüftgelenkendoprothesen.

Radiology 2009; 49, 419-424

McCOLLUM DE, GRAY WJ

Dislocation after total hip arthroplasty: causes and prevention.

Clin Orthop Relat Res 1990; 261, 159-170

McKELLOP HA, CAMPBELL P, PARK SH, SCHMALRIED TP, GIRGORIS P, AMSTUTZ HC, SARMIENTO A

The origin of submicron polyethylene wear debris in total hip-arthroplasty.

Clin Orthop Relat Res 1995; 3-20

McLAUGHLIN RM

Kinetic and kinematic gait analysis in dogs.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 2001; 31 (1): 193–201.

McLAUGHLIN RM, HOSKINSON JJ, ROUSH JK et al.

Pulmonary perfusion imaging to identify pulmonary emboli after total hip replacement in dogs: Preliminary data.

Vet Orthop Soc Proc 1997, 8

McLAUGHLIN RE, REGER SI, WANG GJ et al.

Total hip replacement in dogs: technical considerations.

Canine Practice 1976; 3, 57–66.

MEERSHOEK LS, VAN DEN BOGERT AJ

Mechanical analysis of locomotion.

In: Back W, Clayton H (ed): Equine locomotion, W.B. Saunders Company, 2001, 305-324

MILLIS DD, LEVINE D, TAYLOR RA

Canine Rehabilitation & Physical Therapy.

W.B. Saunders Company, 2004

MITTERMAYER F, KREPLER P, DOMINKUS M, SCHWARMWEIS E, SLUGA M, HEINZL H, KOTZ R

Long-term follow-up of uncemented tumor endoprostheses for the lower extremity.

Clin Orthop Relat Res 2001; 388, 167-177

MOHANTY M

Cellular basis for failure of joint prosthesis.

Biomed Mater Eng 1996; 6, 165-172

MONTAVON PM, TEPIC S

Clinical application of Zurich cementless canine total hip prosthesis.

Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress, Munich, 2002

MONTAVON PM, TEPIC S

Joint Surgery in Canine Hind Limb – Recent Contributions from the University of Zurich.

European Companion Animal Health, 2006

MONTGOMERY RD, MILTON JL, PERNELL R, ABERMAN HM

Total hip arthroplasty for treatment of canine hip dysplasia.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1992; 22 (3), 703-719.

MORONI A, FALDINI C, PIRAS F, GIANNINI S

Risk factors for intraoperative femoral fractures during total hip replacement.

Ann Chir Gynaecol 2000; 89, 113-118

MORREY BF

Difficult complications after hip joint replacement: dislocation.

Clin Orthop Relat Res 1997; 344, 179-187

MÜLLER D

Zementierungstechnik von Hüftendoprothesen.

In: WALLA L (Hrsg.): Therapie von Hüftkrankheiten. Reg. Arb. Süd Kleintierkrankheiten.

Wiesloh, 1994, 59-65 1995

MULROY WF, HARRIS WH

Revision total hip arthroplasty with use of so-called second-generation cementing techniques for aseptic loosening of the femoral component. A fifteen-year-average follow-up study.

J Bone Joint Surg Am 1996; 78:325-330

MUYBRIDGE E

Animals in Motion.

Dover Publications, New York, 1957

NELSON LL, DYCE J, SHOTT S

Risk factors for ventral luxation in canine total hip replacement.

Vet Surg 2007; 36 (7), 644-653

NICKEL R, SCHUMMER A, SEIFERLE E

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere (Bd I).

Parey, Berlin, 2001

NICKEL R, SCHUMMER A, WILLE KH, WILKENS H

Passiver Bewegungsapparat, Skelettsystem.

In: Nickel R, Schummer A, Seiferle E (Hrsg.): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. I, 6.

Aufl., Parey, Berlin, 1992

NIH Consensus Statement

Total Hip Replacement

1994; 12 (5), 1–31.

NOLAN JP

Arterial oxygenation and mean arterial blood pressure in patients undergoing total hip replacement: Cemented versus uncemented components.

Anaesthesia 1994; 49, 293-299

NUNAMAKER DM, NEWTON CD

Total joint replacement.

In: NEWTON, CD, NUNAMAKER DM: Textbook of Small Animal Orthopedics. Lippincott, Philadelphia, 1985, 555-560

O'CONNOR BL, VISCO DM, HECK DA, MYERS SL, BRANDT KD

Gait alternations in dogs after transection of the anterior cruciate ligament.

Arthritis and Rheumatism 1989; 32 (9), 1142–1147

OFF W

Klinische und ganganalytische Erhebungen zur Resektionsarthroplastik des Hüftgelenks bei Hund und Katze in den Jahre 1978 bis 1989.

Dissertation, München, 1992

OFF W, MATIS U

Ganganalyse beim Hund. Teil 1: Dynamometrische und kinemetrische Messverfahren und ihre Anwendung beim Tetrapoden.

Tierarztl Prax 1997; 25, 8-14

OFF W, MATIS U

Ganganalyse beim Hund. Teil 2: Aufbau eines Ganglabors und bewegungsanalytische Untersuchungen.

Tierarztl Prax 1997; 25, 303-311

OFF W, MATIS U

Resektionsarthroplastik des Hüftgelenks bei Hunden und Katzen. Klinische, röntgenologische und ganganalytische Erhebungen an der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Tierarztl Prax 1997; 25, 379-387

OLIVER JE, LORENZ MD, KORNEGAY JN

Handbook of Veterinary Neurology (ed 3).

Philadelphia, PA, Saunders, 1997, 115

OLMSTEAD ML

Total hip replacement in the dog.

Semin Vet Med Surg (Small Anim) 1987; 2, 131-140

OLMSTEAD ML

Total hip replacement.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1987; 17 (4), 943-955

OLMSTEAD ML

The canine cemented modular total hip prosthesis.

J Am Anim Hosp Assoc 1995; 31, 109-124

OLMSTEAD ML

Total Hip Replacement.

Current Techniques in Small Animal Surgery (4). Williams & Wilkins, Baltimore, 1998, 1173-1178

OLMSTEAD ML

Complicationes: Removal and revision techniques.

Canine hip replacement conference, Orlando, 2001

OLMSTEAD ML, HOHN RB

Ergebnisse mit der Hüfttotalprothese bei 103 klinischen Fällen an der Ohio State University.

Kleintierprax 1980; 25, 407-415

OLMSTEAD ML, HOHN RB

Technique for canine total hip replacement.

Vet Surg 1980; 10, 44-50

OLMSTEAD ML, HOHN RB, TURNER TM

Technique for canine total hip replacement.

Vet Surg 1981; 10, 44-50

OLMSTEAD ML, HOHN RB, TURNER TM

A five-year study of 221 total hip replacements in the dog.

J AmVet Med Assoc 1983; 183, 191-194

OLOFF S, KÜSSWETTER W

Die Behandlung der Coxarthrose bei Diensthunden mit dem totalen Hüftgelenkersatz (Frühergebnisse).

Der prakt Tierarzt 1983; 64, 408-415

ORSINI EC, BYRICK JF, MULLEN JBM, KAY JC, WADDELL JP

Cardiopulmonary function and pulmonary microemboli during arthroplasty using cemented or non-cemented components. The role of intramedullary pressure.

J Bone Joint Surg Am 1987; 69 (A), 822-832

OTA J, COOK JL, LEWIS DD, TOMLINSON JL, FOX DB, COOK CR, SCHULTZ LG, BRUMITT J

Short-term aseptic loosening of the femoral component in canine total hip replacement: Effects of cementing technique on cement mantle grade.

Vet Surg 2005; 34 (4), 345-352

OTTO K, MATIS U

Changes in cardiopulmonary variables and platelet count during anesthesia for total hip replacement in dogs.

Vet Surg 1994; 23 (4), 266-273

OYEN WJ, LEMMENS JA, CLAESSENS RA, VAN HORN JR, SLOOFF TJ, CORSTENS FH

Nuclear arthrography: combined scintigraphic and radiographic procedure for diagnosis of total hip prosthesis loosening.

J Nucl Med 1996; 37 (1), 62-70

PAESSLER HH, SHELBOURNE KD

Biologische, biomechanische und klinische Konzepte zur Nachbehandlung nach Bandeingriffen am Knie.

Orthopäde 1993; 22, 421-435

PAGE AE, ALLAN C, JASTY M, HARRINGAN TP, BRAGDON CR, HARRIS WH

Determination of loading parameters in the canine hip in vivo.

J Biomech 1993; 26, 571-579

PALMISANO MP, DYCE J, OLMSTEAD ML

Extraosseous cement granuloma associated with total hip replacement in 6 dogs.

Vet Surg 2003; 32, 80-90

PAP T, CLAUS A, OHTSU S, HUMMEL KM, SCHWARTZ P, DRYNDA S, PAP G, MACHNER A, STEIN B, GEORGE M, GAY RE, NEUMANN W, GAY S, AICHER WK
Osteoclast-independent bone resorption by fibroblast-like cells.
Arthritis Res Ther 2003; 5, 163-173

PAPROSKY WG, GREIDANUS NV, ANTONIOU J
Minimum 10-year-results of extensively porous-coated stems in revision hip arthroplasty.
Clin Orthop Relat Res 1999; 369, 230-242

PARKER RB, BLOOMBERG MS, BITETTO W, RODKEY WG
Canine total hip arthroplasty – a clinical review of 20 cases.
J Am Anim Hosp Assoc 1984; 20, 97-104

PARKER RB, SPENCER CP, BLOOMBERG MS et al.
Canine total hip arthroplasty: A radiographic correlation of clinical results in 20 cases.
J Am Anim Hosp Assoc 1984; 20, 105-113

PAUL HA, BARGAR WL
A modified technique for canine total hip replacement.
J Am Anim Hosp Assoc 1987; 23, 13-18

PEREMANS K, De WINTER F, JAMSSENS L, DUMONT F, Van BREE H, DIERCKX R
An infected hip prosthesis in a dog diagnosed with a ^{99m}Tc-ciprofloxacin (infecton) scan.
Vet Radiol Ultrasound 2002; 43 (2), 178-182

PÉROT F
Prothèse totale d'articulation de la hanche.
Anim de Compagnie 1972; 29, 227-234

PÉROT F
Totale Hüftendoprothese mit retinierender Kunststoffpfanne beim Hund.
Kleintierpraxis 1985; 30, 227-234.

PERSLOW MB, KAISER S, GRUSSENDORF C, et al.

Canine total hip replacement. A retrospective study at the clinic and policlinic for small domestic animals at the Free University Berlin between 1993 – 1998.

Kleintierpraxis 2002; 47, 157ff

PETTIT GD, BELLENGER CR, TAYLOR TKF, GOSH P

Die Behandlung von Meniskusläsionen des Hundes.

Kleintierpraxis 1980; 25, 435-440

PFEIL J, SPITZ J

Diagnostik der Prothesenlockerung. Orthopädische Klinik Wiesbaden.

Vortrag auf der Tagung des Berufsverbandes dt. Nuklear-Mediziner, 2003

PITTO RP, KOESSLER M, DRAENERT K

The John Charnley Award. Prophylaxis of fat and bone marrow embolism in cemented total hip arthroplasty.

Clin Orthop Relat Res 1998; 355, 23-34

POSS R, WALKER W, SPECTOR M, REILLY DT, ROBERTSON DD, SLEDGE CB

Strategies for improving fixation of femoral components in total hip arthroplasty.

Clin Orthop Rel Res 1988; 235, 181-194

PRIEUR WD

Coxarthrosis in the dog - part I: Normal and abnormal biomechanics of the hip joint.

Vet Surg 1980; 9, 145-149

RAITH AK

Das ganganalytische Profil des Deutschen Schäferhundes- Eine Reevaluierung.

Dissertation, Tierärztliche Fakultät München, 2010

RASCHKE MJ, STÖCKLE U

Klassifikationssystem der Arbeitsgemeinschaft für Alterstraumatologie.

DGU, 2003

RASHMIR-RAVEN AM, DeYOUNG DJ, ABRAMS CF, ABERMAN HA, RICHARDON DC

Subsidence of an uncemented canine femoral stem.

Vet Surg 1992; 21, 327-331

REINDL S, MATIS U

Detection of embolic events by capnography and transeosophageal echocardiography during total hip replacement.

Vet Comp Orthop Traumatol 1998, 11, 68-75

REMEDIOS AM, FRIES CL

Treatment of canine hip dysplasia: a review.

Can Vet J 1995; 36 (8), 503-509

RENBURG WC, JOHNSTON SA, YE K, BUDSBERG SC

Comparison of stance time and velocity as control variables in force plate analysis of dogs.

Am J Vet Res 1999; 60 (7), 814-819

RICHTER V

Untersuchungen am Becken des Hundes unter besonderer Berücksichtigung des Hüftgelenks und Rasse-spezifischer Merkmale.

Dissertation, München, 1977

RITSCHL P, CAPANNA R, HELWIG U, CAMPANACCI M, KOTZ R

KMFTR (Kotz Modular Femur Tibia Reconstruction System) modular tumor endoprosthesis system for the lower extremity.

Z Orthop Ihre Grenzgeb 1992; 130 (4), 290-293

RITTER MA, VAUGHAN RB

Ectopic ossification after total hip arthroplasty. Predisposing factors, frequency and effect on results.

J Bone Joint Surg Am 1977; 59, 345-351

ROE SC, DEYOUNG D, WEINSTOCK D, KYLES A

Osteosarcoma eight years after total hip arthroplasty.

Vet Surg 1996; 25, 70-74

ROGERS SD, HOWIE DW, GRAVES SE, PEARCY MJ, HAYNES DR

In vitro human monocyte response to wear particles of titanium alloy containing vanadium or niobium.

J Bone Joint Surg Br 1997; 79, 311-315

ROTHMAN RH, COHN JC

Cemented versus cementless total hip arthroplasty. A critical review.

Clin Orthop Relat Res 1990; 254, 153-169

RUDICEL S

Paraartikuläre (ektipe oder heterotope) Ossifikationen nach Hüfttotalprothese.

Orthopädie 1985; 14, 54-57

RUMPH PF, MARGHITU DB, GILETTE RL et al.

A technique for measuring ground contact pressure on individual paw pads of dogs.

In Proc. Annu. Mtg. Am. Assoc. Vet. Anatomists Blacksburg, 1998

SAFRAN MR, KODY MH, NAMBA RS, LARSON KR, KABO JM, DOREY FJ, EILBER FR, ECKHARDT JJ

151 endoprosthetic reconstructions for patients with primary tumors involving bone.

Contemp Orthop 1994; 29 (1), 15-25

SANTAVIRTA S, KONTTINEN YT, BERGROTH V, ESKOLA A, TALLROTH K, LINDHOLM TS

Aggressive granulomatous lesions associated with hip arthroplasty. Immunopathological studies.

J Bone Joint Surg Am 1990; 72 (2), 252-258

SCHAEFER SL, DECAMP CE, HAUPTMAN JG, WALTON A

Kinematic gait analysis of hind limb symmetry in dogs at the trot.

Am J Vet Res 1998; 59, 680-685

SCHAWALDER P

Zementfreie Individualprothese der Hüfte.

In: Walla L (Hrsg.): Therapie von Hüftkrankheiten. Reg. Arb. Süd Kleintierkrankheiten. Wiesloh, 1995, 57-58

SCHAWALDER P, STICH H, SPRENG D

Entwicklung einer zementlos fixierten Hüftgelenksendoprothese. (Eine chronologische Zusammenfassung).

Kleintierpraxis 1997; 42, 555-568

SCHILLER TD, DeYOUNG DJ, SCHILLER RA, ABERMAN HA, HUNGERFORD DS

Quantitative ingrowth analysis of a porous-coated acetabular component in a canine model.

Vet Surg 1993; 22 (4), 276-280

SCHIMMEL JW, HUISKES R

Primary fit of the Lord cementless total hip A geometric study in cadavers

Acta Orthop Scand 1988; 59 (6), 638-642

SCHNEIDER R

Die Totalprothese der Hüfte – ein biomechanisches Konzept und seine Konsequenzen.

Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie, Verlag Hans Huber, Bern 1987, 24

SCHNEIDER R

Infections.

In: Schneider R (ed.): Total Prosthetic Replacement of the Hip: A Biomechanical Concept and its Consequences. Hans Huber Publishers, Toronto, 1989, 184-220

SCHULZ KS

Application of arthroplasty principles to canine cemented total hip replacement.

Vet Surg 2000; 29, 578-593

SCHULZ KS, LISKA B, WENDELBURG K

Perioperative results from a multicentered total hip arthroplasty registry.

Vet Surg 1998; 27,529

SCHULZ KS, LOIC M

Surgical Treatment of Canine Hip Dysplasia "Total Hip Arthroplasty".

In: Slatter D (ed): Textbook of Small Animal Surgery. WB Saunders, Philadelphia, 25004, 2046-2059

SCHULZ KS, NIELSEN BS STOVER SM, KASS PH

Comparison of the fit and geometry of reconstruction of femoral components of four cemented canine total hip replacement implants.

Am J Vet Res 2000; 61, 1113-1121

SCHUTZER SF, GRADY-BENSON J, JASTY M, O'CONNOR DO, BRAGDON C, HARRIS WH

Influence of intraoperative femoral fractures and cerclage wiring on bone ingrowth into canine porous-coated femoral components.

J Arthroplasty 1995; 10, 823-829

SCHWARZ G

Erste Erfahrungen mit einem kombinierbar zementfreien und zementierten Hüftgelenkersatzsystem für den Hund.

52. DVG Tagung, Düsseldorf, 2006

SEBESTYEN P, MARCELLIN-LITTLE DJ, DeYOUNG BA

Femoral medullary infarction secondary to canine total hip arthroplasty.

Vet Surg 2000; 29, 227-236

SEEN E

Bedeutung der apparativen Ganganalyse für die krankengymnastische Gangschulung.

Physiotherapie Bull 1993; 35, 4-9

SEIFERLE E, FREWEIN J

Aktiver Bewegungsapparat, Muskelsystem, Myologia.

In: Nickel R, Schummer A, Seiferle E (Hrsg.): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. I, 6. Aufl. Parey, Berlin, 1992

SHAHAR R, BANK-SILLS L

Biomechanical analysis of the canine hind limb: calculation of forces during three-legged stance.

Vet J 2002; 163 (3), 240-250

SHANBHAG AS, JACOBS JJ, GLANT TT, GILBERT JL, BLACK J, GALANTE JO

Composition and morphology of wear debris in failed uncemented total hip replacement.

J Bone Joint Surg Br 1994; 76, 60-67

SHERMAN RM, BYRICK RJ, KAY JC, SULLIVAN TR, WADDELL JP

The role of lavage in preventing hemodynamic and blood-gas changes during cemented arthroplasty.

J Bone Joint Surg Am 1983; 65 (A), 500-506

SIMANK HG, BROCAI DRC, RODE S, LUKOSCHEK M

Diagnostik der Hüftendoprothesenlockerung – Sensitivität klinischer Parameter.

Z Orthop 1998; 136, 39-43

SKURLA CT, EGGER EL, SCHWARZ PD, JAMES SP

Owner assessment of the outcome of total hip arthroplasty in dogs.

J Am Vet Med Assoc 2000; 217, 1010-1012

SKURLA SP, JAMES SP

Assessing the dog as a model for human total hip replacement: analysis of 38 postmortem-retrieved canine cemented acetabular components.

J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005; 73, 260-270

SKURLA DP, PLUHAR GE, FRANKEL DJ, EGGER EL, JAMES SP

Assessing the dog as a model for human total hip replacement. Analysis of 38 canine cemented femoral components retrieved at post-mortem.

J Bone Joint Surg Br 2005; 87, 120-127

SLATTER DH

Textbook of Small Animal Surgery (ed 3).

Philadelphia, PA, USA, Saunders, 2003, 2046-2059

SMEAK DD, OLMSTEAD ML, HOHN RB

Brucella canis osteomyelitis in two dogs with total hip replacements.

J Am Vet Med Assoc 1987; 191, 986-990

SMITH RN

The normal and radiological anatomy of the hip joint of the dog.

J Small Anim Pract 1963; 4, 1-9

SMITH E, HARRIS WH

Increasing prevalence of femoral lysis in cementless total hip arthroplasty.

J Arthroplasty 1995; 10, 407-412

SMITH GK, POPOVITCH CA, GREGOR TP, SHOFR FS

Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in dogs

J Am Vet Med Assoc 1995; 206 (5), 642-647

SPANGEHL MJ, YOUNGER ASE, MASRI BA, DUNCAN CP

Diagnosis of infection following total hip arthroplasty.

J Bone Joint Surg Am 1997; 79, 1578-1586

SPECTOR M, SHORTKOFF S, HSU HP, LANE N, SLEDGE CB, THORNHILL TS

Tissue changes around loose prostheses. A canine model to investigate the effects of an antiinflammatory agent.

Clin Orthop Relat Res 1990; 261, 140-151

SPORER SM, PAPROSKY WG

Revision total hip arthroplasty: the limits of fully coated stems.

Clin Orthop Relat Res 2003; 417, 203–209

STADER O

Treatment of fractures of the neck of the femur by arthroplasty.

N Am Vet 1956; 37, 303-305

STASZYK C, GASSE H

Zur Innervation der Gelenkkapseln beim Hund. Teil 3: Hüftgelenk.

Kleintierprax 2002; 47, 11-17.

STAUFFER RN

Ten years follow-up study of total hip replacement: With particular reference to roentgenographic loosening of the components.

J Bone Joint Surg 1982; 64-A, 983-990

STÜRMER KM

Leitlinien Unfallchirurgie, 2. Auflage.

Thieme, Stuttgart, New York, 1999

SUMNER DR, TURNER TM, URBAN RM, GALANTE JO

Remodeling and ingrowth of bone at two years in a canine cementless total hip-arthroplasty model.

J Bone Joint Surg Am 1992; 74 (2), 239-250

SWAINSON S

Zurich Cementless Total Hip Replacement in the Canine.

www.vscn.net/library/articles.htm, Stand: July 2003

TACKE S

Schmerzbehandlung in der Kleintiermedizin

Enke, Stuttgart, 2005

TEPIC S, MONTAVON PM

Concepts of Zurich cementless prosthesis.

Proceedings of the 12th Annual ESVOT Congress, Munich, 2004

THACHER C, SCHRADER SC

Caudal ventral hip luxation in the dog: a review of 14 cases.

J Am Anim Hosp Assoc 1985; 21, 167-172

THULL R

Die Qual der Wahl: Knocheneratzwerkstoffe in der ZHK. Eine Übersicht.

Zahn Prax 1999; 2, 136-149

TIDWELL SA, GRAHAM JP, PECK JN, BERRY CR

Incidence of pulmonary embolism after non-cemented total hip arthroplasty in eleven dogs: computed tomographic pulmonary angiography and pulmonary perfusion scintigraphy.

Vet Surg 2007; 36 (1), 37-42

TOMLINSON J, McLAUGHLIN R

Total hip replacement: the best treatment for dysplastic dogs with osteoarthritis.

Vet Med 1996; 91, 117-124

TOOKE SM NUGENT PJ, CHOTIVICHIT A, GOODMAN W, KABO JM

Comparison of in vivo cementless acetabular fixation.

Clin Orthop Rel Res 1988; 235, 253-260

TORRES BT, BUDSBERG SC

Revision of cemented total hip arthroplasty with cementless components in three dogs.

Vet Surg 2009; 38, 81-86

TORRES BT, CHAMBERS JN, BUDSBERG SC

Successful cementless cup reimplantation using cortical bone graft augmentation after an acetabular fracture and cup displacement.

Vet Surg 2009; 38 (1), 87-91

TSIDIRIS E, HADDARD FS, GIE GA

The management of periprosthetic femoral fractures around hip replacements.

Injury 2003; 34, 95-105

TSUKAYAMA DT, ESTRADA R, GUSTILO MD

Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections.

J Bone Joint Surg Am 1996; 78A, 512-523

TURNER TM, SUMNER DR, URBAN RM, RIVERO DP, GALANTE JO

A comparative study of porous coatings in a weight-bearing total hip-arthroplasty model.

J Bone Joint Surg Am 1986; 68, 1396-1409

UNGETHÜM M

Werkstoffe (Kunststoff, Keramik, Metall) und Konstruktionsmerkmale zementloser Prothesen.

In: Hipp E, Grading R, Rechl H (Hrsg.): Zementlose Hüftgelenksendoprothetik. Demeter, Gräfelfing, 1988, 30-38

UNKEL-MOHRMANN F

Das ganganalytische Profil des Deutschen Schäferhunds.

Dissertation, München, 1999

VAUGHAN L

Acrylic femoralhead prosthesis in the cat.

Vet Rec 1955; 67, 804-805

VOLLMERHAUS B, FREWEIN J, ROOS H, KNOSPE C

Skelett.

In: Frewein J, Vollmerhaus B (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze. Blackwell-Wissenschafts-Verlag, Berlin, 1994a

VOLLMERHAUS B, WAIBL H, ROOS H

Gelenke.

In: Frewein J, Vollmerhaus B (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze. Blackwell-Wissenschafts-Verlag, Berlin, 1994b

WAIBL H

Zur angewandten Anatomie des Hüftgelenks beim Hund.

Tierarztl Prax 1988; 16, 83-86

WALLACE LJ, OLMSTEAD ML

Disabling conditions of canine coxofemoral joint.

In: Olmstead ML (ed.): Small Animal Orthopaedics. Mosby, Philadelphia, 1995, 361-393

WARNOCK JJ, DYCE J, POOYA H, SCHULZ KS

Retrospective analysis of canine miniature hip prostheses.

Vet Surg 2003; 32, 285-291

WEESE JS FAIRES M, ROUSSEAU J, BERSENAS AME, MATHEWS KA

Cluster of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization in a small animal intensive care unit.

J Am Vet Med Assoc 2007; 231, 1361-1364

WEIGEL JP, WASSERMANN JF

Biomechanics of the normal and abnormal hip joint.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1992 22 (3), 513-528

WENTINK GH

Dynamics of the hind limb at walk in horse and dog.

Anata Embryol (Berl) 1979; 155 (2), 179-190

WIRGANOWICZ PZ, ECKARDT JJ, DOREY FJ, EILBER FR, KABO JM

Etiology and results of tumor endoprosthesis revision surgery in 64 patients.

Clin Orthop Relat Res 1999; 358, 64-74

WIRTZ DC, NIETHARD FU

Ursachen, Diagnostik und Therapie der aseptischen Hüftendoprothesenlockerung – eine Standortbestimmung.

Z Orthop 1997; 135, 270-280

WITT JD, SWANN M

Metal wear and tissue response in failed titanium alloy total hip replacements.

J Bone Joint Surg Br 1991; 73, 559-563

ZICHNER L

Historische Entwicklung der Endoprothetik – Auszüge aus der Geschichte des künstlichen Ersatzes von Knochen und Gelenken.

Biotech Umsch 1978; 2, 160-166

ZILKENS KW

Diagnostik bei aseptischen Lockerungen von Hüftendoprothesen.

Enke, Stuttgart, 1990, 24-31

ZILLER R

Zur Geschichte des künstlichen Gelenkersatzes.

Beitr Orthop und Traumatol 1984; 31, 526-532

VIII Anhang

A. Besitzerfragebogen

Tierhalter: _____

Patient: _____

Bitte Zutreffendes ankreuzen beziehungsweise ergänzen:

Wie ist/war das Körpergewicht (kg) und die Kondition ihres Hundes?	
Wie beurteilen Sie den Krankheitsverlauf nach der Hüftgelenkprothese-Implantation (Einsetzen)?	<input type="checkbox"/> in etwa gleich <input type="checkbox"/> schlechter <input type="checkbox"/> besser als vor der Implantation
Hat sich die Lahmheit Ihres Hundes nach der Implantation verbessert?	<input type="checkbox"/> in etwa gleich <input type="checkbox"/> schlechter <input type="checkbox"/> besser als vor der Implantation
Erhielt Ihr Hund nach der Implantation Medikamente?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, welche Medikamente und wie oft?	
War Ihr Hund nach der Operation gut ruhigzuhalten?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Wie beurteilen Sie den Krankheitsverlauf nach der Hüftgelenkprothese-Implantation(Einsetzen)?	<input type="checkbox"/> in etwa gleich <input type="checkbox"/> schlechter <input type="checkbox"/> besser als vor der Implantation
Ging Ihr Hund nach der Explantation lahm?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> manchmal
Wenn ja, Ist die Lahmheit von Zeit zu Zeit schlechter geworden?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Hat/Hatte Ihr Hund nach der Explantation Schmerzen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, Wie stark sind/waren die Schmerzen?	<input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> sehr stark
Wie würden Sie die Häufigkeit beschreiben?	<input type="checkbox"/> selten <input type="checkbox"/> häufig <input type="checkbox"/> sehr häufig
Erhielt Ihr Hund nach der Explantation Medikamente?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, welche Medikamente und wie oft?	
Nach der Explantation hat Ihr Hund Physiotherapie bekommen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, welche Therapie?	<input type="checkbox"/> Elektrotherapie <input type="checkbox"/> Massage <input type="checkbox"/> Unterwasser- laufband <input type="checkbox"/> andere
Ist eine Antropie(=Schwäche) der Muskulatur auffällig gewesen?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Gibt/Gab es andere Erkrankungen, die sich unter Umständen auf den Bewegungsapparat auswirken/auswirkten?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> nicht aufgefallen

IX Danksagung

Bei Frau Prof. Dr. med.vet. Ulrike Matis bedanke ich mich herzlichst für die Überlassung dieses interessanten Themas und ihre großzügige und geduldige Förderung und Unterstützung bei der Erstellung und Durchsicht dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. med. vet. Ines Holz für ihre tatkräftige Unterstützung, ihre großen Bemühungen und ihre unendliche Geduld.

Ich bedanke mich auch bei den Mitarbeitern der Chirurgischen und Gynäkologischen Tierklinik im Zentrum für Klinische Tiermedizin der LMU München für ihre Hilfe.

Bei meinen Eltern bedanke ich mich für die Möglichkeit meines Studiums und ihre tatkräftige Unterstützung. Mein Dank gilt auch meinen Freunden für ihre Geduld und ihren Beistand während der Anfertigung dieser Arbeit.

